

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	16
1.1. Informações gerais do empreendimento objeto do licenciamento .....	16
1.1.1. Síntese Descritiva dos Componentes .....	16
1.1.1.1. Aterro Sanitário .....	17
1.1.1.2. Instalações de Apoio .....	17
1.1.2. Especificações de Mão-de-Obra .....	18
1.1.3. Frequência e Horário de Recebimento .....	18
1.1.4. Plano de Controle do Recebimento de Resíduos .....	18
1.2. Identificação do Empreendimento .....	19
1.3. Identificação do Empreendedor .....	19
1.4. Identificação da Empresa Responsável pela Elaboração do EIA/RIMA.....	19
1.4.1. Empresa Responsável pela Elaboração do Projeto Executivo do Empreendimento .....	19
2. HISTÓRICO DO ATUAL ATERRO .....	20
3. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO .....	22
3.1. Aspectos Gerais .....	22
3.2. Oportunidade de Implantação .....	23
3.3. Justificativa Econômica.....	24
3.4. Justificativa Locacional .....	26
3.4.1. Metodologia para Seleção de Áreas.....	26
3.4.2. Hierarquização de Critérios, Análise e Seleção da Melhor Área .....	27
3.4.3. Ponderação ao Atendimento aos Critérios.....	27
3.4.4. Escolha da Melhor Área .....	27
3.5. Justificativa Tecnológica .....	34
3.5.1. Aterros Sanitários.....	34
3.6. Alternativa de Não Implantação.....	36
4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	37
4.1. Caracterização climática e aspectos meteorológicos locais .....	37
4.2. Qualidade do ar .....	37
4.2.1. Avaliação da qualidade do ar e unidades de gerenciamento ambiental.....	37
4.2.2. Localização do empreendimento .....	38
4.2.3. Ocupação nos arredores do empreendimento .....	41
4.2.4. A localização do empreendimento sob o prisma da legislação estadual de controle da poluição ambiental .....	41
4.2.5. Estações de monitoramento da qualidade do ar na UGRHI 5 .....	42
4.2.6. Qualidade do ar na UGRHI 5 .....	43
4.2.7. Material Particulado – MP10 .....	45
4.2.7.1. Valores diários.....	45
4.2.7.2. Valores anuais .....	45



4.2.7.3. Tendências .....	45
4.2.8. Fumaça - FMC.....	46
4.2.8.1. Valores diários e anuais.....	46
4.2.8.2. Tendências .....	47
4.2.8.3. Partículas Totais em Suspensão – PTS .....	47
4.2.9. Dióxido de Enxofre – SO <sub>2</sub> .....	49
4.2.9.1. Valores diários e anuais.....	49
4.2.10. Monóxido de Carbono – CO .....	49
4.2.10.1. Valores diários e anuais.....	49
4.2.11. Óxidos de nitrogênio – NO e NO <sub>2</sub> .....	49
4.2.11.1. Valores diários e anuais.....	49
4.2.12. Ozônio – O <sub>3</sub> .....	50
4.2.12.1. Valores horários .....	50
4.2.12.2. Tendências .....	51
4.2.13. Conclusão .....	52
4.3. Nível de ruídos .....	53
4.3.1. Considerações finais.....	55
4.4. Aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos .....	56
4.4.1. Geologia regional .....	56
4.4.2. Geologia local .....	56
4.4.3. Geologia estrutural .....	57
4.4.4. Sondagens .....	57
4.4.4.1. Ensaios de permeabilidade “in-situ” .....	61
4.4.4.2. Água subterrânea.....	61
4.4.4.3. Erosividade.....	62
4.4.4.4. Colapsividade / expansibilidade.....	62
4.4.4.5. Escorregamentos.....	62
4.4.4.6. Declividade.....	62
4.4.4.7. Taludes .....	62
4.5. Geomorfologia .....	62
4.6. Solos .....	63
4.6.1. Descrição das unidades de solos.....	63
4.6.1.1. LVAd: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico .....	66
4.6.1.2. LVdf: Latossolo Vermelho Distroférrico típico .....	66
4.6.1.3. NVef: Nitossolo Vermelho Eutroférrico latossólico .....	66
4.7. Recursos hídricos e qualidade das águas .....	68
4.7.1. Escoamento superficial .....	71
4.7.2. Qualidade das águas .....	71
4.7.3. Monitoramento da qualidade das águas superficiais .....	71
4.8. Diagnóstico do meio biótico.....	72
4.8.1. Flora .....	72
4.8.1.1. Caracterização Regional da Área de Influência Indireta (AII) .....	72
4.8.1.2. Avaliação da Cobertura Vegetal na Área de Influência Direta (AID).....	72
4.8.1.2.1. Espécies Exóticas .....	74

4.8.1.2.2. Indivíduos Arbóreos Isolados.....	74
4.8.1.2.3. Estrato Herbáceo/Arbustivo.....	76
4.8.1.2.4. Plantas Trepadeiras e Epífitas .....	76
4.8.2. Florística e Fitossociologia da ADA.....	87
4.8.2.1. Metodologia.....	87
4.8.2.2. Resultados.....	87
4.8.2.2.1. Matriz Graminóide .....	87
4.8.2.2.2. Áreas de Solo Exposto.....	89
4.8.2.3. Florestas.....	90
4.8.2.4. Conclusões .....	93
4.8.3. Fauna.....	94
4.8.3.1. Herpetofauna.....	94
4.8.3.1.1. Caracterização Herpetológica da AII e AID.....	94
4.8.3.1.2. Área Diretamente Afetada (ADA).....	95
4.8.3.1.3. Materiais e Métodos.....	95
4.8.3.1.4. Resultados.....	96
4.8.3.1.5. Estado de Conservação das Espécies .....	98
4.8.3.1.6. Conclusões .....	98
4.8.3.2. Avifauna .....	98
4.8.3.2.1. Caracterização da Avifauna da AII e AID .....	99
4.8.3.2.2. Área Diretamente Afetada (ADA).....	99
4.8.3.2.2.1. Material e Métodos .....	99
4.8.3.2.2.2. Resultados.....	100
4.8.3.2.2.3. Conclusões .....	103
4.8.3.3. Mastofauna .....	103
4.8.3.3.1. Caracterização da Mastofauna da AII e AID .....	103
4.8.3.3.2. Área Diretamente Afetada (ADA).....	104
4.8.3.3.2.1. Material e Métodos .....	104
4.8.3.3.2.2. Resultados.....	105
4.8.3.3.2.3. Análise por Área.....	109
4.8.3.3.2.4. Conclusões .....	112
4.8.3.4. Invertebrados bentônicos aquáticos .....	112
4.8.3.4.1. Introdução.....	112
4.8.3.4.2. Invertebrados Bentônicos no Estado de São Paulo .....	113
4.8.3.4.3. Objetivo .....	114
4.8.3.4.4. Material e Método .....	114
4.8.3.4.4.1. Área de estudo.....	114
4.8.3.4.4.2. Amostragem .....	114
4.8.3.4.5. Resultados e Discussão .....	115
4.8.3.4.5.1. Variáveis abióticas .....	115
4.8.3.4.5.2. Comunidade de Invertebrados Bentônicos.....	117
4.9. Diagnóstico do Meio Socioeconômico .....	120
4.9.1. Histórico da Ocupação da Região (AII e AID).....	120
4.9.1.1. Projeções Populacionais para os Municípios do Estado de São Paulo .....	120

4.9.1.2. Área de Influência Indireta (AII) .....	121
4.9.2. Ocupação do Entorno (ADA) .....	123
4.9.2. Avaliação das condições econômicas do município .....	126
4.9.2.1. Aspectos Gerais .....	126
4.9.2.2. Agricultura.....	127
4.9.2.3. Indústria .....	127
4.9.2.4. Comércio .....	128
4.9.3. Nível de Vida - Renda .....	129
4.9.4. Saúde.....	129
4.9.5. Saneamento Básico .....	130
4.9.5.1. Abastecimento de Água .....	131
4.9.5.2. Esgotamento e Tratamento Sanitário.....	131
4.9.5.3. Drenagem Pluvial .....	132
4.9.5.4. Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos .....	132
4.9.6. Educação .....	133
4.9.7. Cultura.....	134
4.9.7.1. Música.....	134
4.9.7.2. Teatros.....	134
4.9.7.3. Bibliotecas .....	135
4.9.7.4. Museus.....	135
4.9.7.5. Monumentos.....	135
4.9.7.6. Construções Históricas .....	135
4.9.7.7. Fazendas Históricas .....	136
4.9.7.8. Hotéis .....	136
4.9.7.9. Clubes Recreativos .....	136
4.9.7.10. Equipamentos Comunitários e Esportivos .....	136
4.9.7.11. Transporte .....	136
4.9.7.11.1. Transporte coletivo .....	136
4.9.7.11.2. Hidrovia.....	136
4.9.7.11.3. Aeroportos .....	137
4.9.7.11.4. Rodovias.....	137
4.9.7.12. Assistência Social .....	137
4.9.7.12.1. Clubes de Serviço .....	137
4.9.7.12.2. Entidades De Assistência À Família .....	137
4.9.7.13. Conselhos e Comissões .....	137
4.9.7.14. Serviços Públicos Federais.....	138
4.9.7.15. Serviços Públicos Estaduais.....	138
4.9.7.16. Serviços Públicos Municipais .....	138
4.9.8. Caracterização do Sistema Viário da Região .....	139
4.9.8.1. Transportes .....	140
4.9.9. Uso e Ocupação do Solo.....	141
4.9.9.1. Evolução Urbana .....	141
4.9.9.2. Estruturação Espacial .....	142
4.9.9.3. Uso e Ocupação do Solo .....	142



4.9.9.4. Evolução Urbana .....	143
4.9.9.5. Ocupação da Área Urbana .....	145
4.9.9.6. Usos da Área Urbana .....	145
4.9.9.7. Uso e Ocupação do Solo na Área Rural .....	146
4.9.9.8. Uso e Ocupação do Solo na Área de Influência Direta .....	147
4.9.10. Patrimônio Arqueológico .....	147
4.9.11. Avaliação de impactos e medidas sugeridas .....	159
4.9.12. Programa de prospecções arqueológicas sistemáticas intensivas .....	160
5. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	162
5.1. Aspectos metodológicos do processo de avaliação de impactos ambientais .....	162
5.2. Descrição dos impactos ambientais .....	162
5.2.1 Meio Físico .....	162
5.2.1.1. Recursos Hídricos .....	162
5.2.1.1.1. Alteração da qualidade das águas superficiais.....	162
5.2.1.1.2. Alteração da qualidade das águas subterrâneas .....	162
5.2.1.1.3. Alteração do regime de fluxo escoamento superficial devido a serviços de drenagem de corpos de água, serviços de escavação e remoção topográfica e impermeabilização das áreas de disposição de resíduos .....	163
5.2.1.2. Qualidade do Ar .....	163
5.2.1.2.1. Alteração da qualidade do ar devido à geração de material particulado em suspensão.....	163
5.2.1.2.2. Alteração da qualidade do ar devido à geração de gases com o tráfego de veículos pesados.....	163
5.2.1.2.3. Alteração da qualidade do ar devido a emissão e queima de gases oriundo da decomposição de matéria orgânica na massa residual.....	164
5.2.1.2.4. Aumento do nível de ruído e vibrações .....	164
5.2.1.2.5. Redução da taxa de aumento do efeito estufa em função da implantação do sistema de queima do gás e em função do sequestro de CO2 proveniente dos reflorestamentos .	164
5.2.1.2.6. Alteração na qualidade do ar devido ao encerramento das atividades e do tráfego de veículos no aterro .....	164
5.2.1.3. Qualidade do Solo .....	165
5.2.1.3.1. Contaminação do solo por hidrocarbonetos (óleos lubrificantes, graxas, etc.) ..	165
5.2.1.3.2. Processos erosivos associados a obras de implantação e risco de alteração no comportamento geomecânico, de erosão e da estabilização das estruturas do aterro sanitário .	165
5.2.2. Meio biótico .....	165
5.2.2.1. Flora .....	165
5.2.2.1.1. Supressão da cobertura vegetal exótica (gramíneas) do empreendimento e na área de empréstimo e bota fora .....	165
5.2.2.1.2. Redução da capacidade fotossintética da vegetação do entorno .....	165
5.2.2.1.3. Revegetação da área do aterro no encerramento das atividades de disposição de resíduos, revegetação e plantios de enriquecimento das APP's .....	165
5.2.2.1.4. Restauração da cobertura vegetal .....	166
5.2.2.1.5. Construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento .....	166

5.2.2.2. Fauna.....	166
5.2.2.2.1. Supressão de habitat.....	166
5.2.2.2.2. Emigração da fauna devido a ruídos e vibrações .....	166
5.2.2.2.2. Aumento e diversificação de habitats .....	167
5.2.2.2.3. Possibilidade de risco a saúde da fauna silvestre local .....	167
5.2.3. Meio socioeconômico .....	167
5.2.3.1. Vias Transitáveis .....	167
5.2.3.1.1. Alteração das vias de acesso da região .....	167
5.2.3.1.2. Interferência no sistema viário devido ao aumento de fluxo de máquinas e equipamentos .....	167
5.2.3.2. Emprego e Renda .....	167
5.2.3.2.1. Geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto a geração de vagas de empregos .....	167
5.2.3.2.2. Aumento do índice de postos de trabalhos para o município .....	167
5.2.3.2.3. Desvalorização imobiliária devido a implantação e tráfico de veículos em atividade no aterro .....	167
5.2.3.2.4. Desmobilização de mão de obra devido ao encerramento das atividades no empreendimento .....	168
5.2.3.2.5. Influência no desenvolvimento sócio econômico municipal .....	168
5.2.3.2.6. Aumento da arrecadação tributária no município .....	168
5.2.3.3. Setor Imobiliário.....	168
5.2.3.3.1. Desvalorização imobiliária devido a implantação do empreendimento .....	168
5.2.3.3.2. Possibilidade de desvalorização imobiliária devido ao tráfico de veículos em atividades no empreendimento .....	168
5.2.3.4. Cultura.....	168
5.2.3.4.1. Alteração ou perda de patrimônio histórico .....	168
5.2.3.5. Saúde .....	169
5.2.3.5.1. Melhoria das condições de saneamento ambiental .....	169
5.2.3.5.2. Aumento do distúrbio do aparelho respiratório .....	169
5.2.3.5.3. Aumento da demanda de serviços sociais básicos e risco de impacto na saúde ocupacional.....	169
5.2.3.5.4. Risco do pedestre associado ao tráfico de veículos pesados nas vias de acesso ao empreendimento .....	169
5.2.3.5.5. Incômodo a população devido a odores gerados no aterro .....	169
5.2.3.5.6. Riscos a população devido a geração e proliferação de vetores .....	170
5.2.3.6. Paisagístico .....	170
5.2.3.6.1. Alteração paisagística na área do empreendimento devido a terraplanagem e alteração das camadas de células de resíduos .....	170
5.3. Classificação dos impactos ambientais.....	170
6. MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PLANOS DE MONITORAMENTO .....	173
6.1. Medidas Mitigadoras, Potencializadoras ou Compensatórias.....	173
6.1.1. Meio Físico .....	173
6.1.1.1. Recursos Hídricos .....	173

6.1.1.1.1. Alteração da qualidade das águas superficiais.....	173
6.1.1.1.2. Alteração da qualidade das águas subterrâneas.....	173
6.1.1.1.3. Alteração do regime de fluxo escoamento superficial devido a serviços de drenagem de corpos de água, serviços de escavação e alteração topográfica e impermeabilização das áreas de disposição de resíduos.....	173
6.1.1.2. Qualidade do Ar .....	173
6.1.1.2.1. Alteração da qualidade do ar devido à geração de material particulado em suspensão.....	173
6.1.1.2.2. Alteração da qualidade do ar devido à geração de gases com o tráfego de veículos pesados.....	174
6.1.1.2.3. Alteração da qualidade do ar devido a emissão e queima de gases oriundo da decomposição de matéria orgânica na massa residual.....	174
6.1.1.2.4. Aumento do nível de ruído e vibrações .....	174
6.1.1.2.5. Redução da taxa de aumento do efeito estufa em função da implantação do sistema de queima do gás e em função do sequestro de CO <sub>2</sub> proveniente dos reflorestamentos ..	174
6.1.1.2.6. Alteração na qualidade do ar devido ao encerramento das atividades e do tráfego de veículos no aterro .....	174
6.1.1.3. Qualidade do Solo .....	175
6.1.1.3.1. Contaminação do solo por hidrocarbonetos (óleos lubrificantes, graxas, etc.) ..	175
6.1.1.3.2. Processos erosivos associados a obras de implantação e risco de alteração no comportamento geomecânico, de erosão e da estabilização das estruturas do aterro sanitário ..	175
6.1.2. Meio Biótico .....	175
6.1.2.1. Flora .....	175
6.1.2.1.1. Supressão da cobertura vegetal exótica (gramíneas) do empreendimento e na área de empréstimo e bota fora .....	175
6.1.2.1.2. Redução da capacidade fotossintética da vegetação do entorno .....	175
6.1.2.1.3. Revegetação da área do aterro no encerramento das atividades de disposição de resíduos, revegetação e plantios de enriquecimento das APP's.....	175
6.1.2.1.4. Restauração da cobertura vegetal .....	176
6.1.2.1.5. Construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento .....	176
6.1.2.2. Fauna.....	176
6.1.2.2.1. Supressão de habitat.....	176
6.1.2.2.2. Emigração da fauna devido a ruídos e vibrações .....	177
6.1.2.2.3. Aumento e diversificação de habitats.....	177
6.1.2.2.4. Possibilidade de risco a saúde da fauna silvestre local .....	177
6.1.3. Meio Socioeconômico .....	177
6.1.3.1. Vias Transitáveis .....	177
6.1.3.1.1. Alteração das vias de acesso da região .....	177
6.1.3.1.2. Interferência no sistema viário devido ao aumento de fluxo de máquinas e equipamentos .....	177
6.1.3.2. Emprego e Renda .....	178
6.1.3.2.1. Geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto a geração de vagas de empregos .....	178
6.1.3.2.2. Aumento do índice de postos de trabalhos para o município .....	178



6.1.3.2.3. Desvalorização imobiliária devido a implantação e tráfico de veículos em atividade no aterro .....	178
6.1.3.2.4. Desmobilização de mão de obra devido ao encerramento das atividades no empreendimento .....	178
6.1.3.2.5. Influência no desenvolvimento sócio econômico municipal .....	178
6.1.3.2.6. Aumento da arrecadação tributária no município .....	179
6.1.3.3. Setor Imobiliário.....	179
6.1.3.3.1. Desvalorização imobiliária devido à implantação do empreendimento .....	179
6.1.3.3.2. Possibilidade de desvalorização imobiliária devido ao tráfico de veículos em atividades no empreendimento .....	179
6.1.3.4. Cultura.....	179
6.1.3.4.1. Alteração ou perda de patrimônio histórico .....	179
6.1.3.5. Saúde .....	179
6.1.3.5.1. Melhoria das condições de saneamento ambiental .....	179
6.1.3.5.2. Aumento do distúrbio do aparelho respiratório .....	179
6.1.3.5.3. Aumento da demanda de serviços sociais básicos e risco de impacto na saúde ocupacional.....	180
6.1.3.5.4. Risco do pedestre associado ao tráfico de veículos pesados nas vias de acesso ao empreendimento .....	180
6.1.3.5.5. Incômodo a população devido a odores gerados no aterro .....	180
6.1.3.5.6. Riscos a população devido a geração e proliferação de vetores .....	180
6.1.3.6. Paisagístico .....	180
6.1.3.6.1. Alteração paisagística na área do empreendimento devido a terraplanagem e alteração das camadas de células de resíduos .....	180
6.2. Programas de Monitoramento .....	181
6.2.1. Programa de monitoramento geotécnico do maciço de resíduos .....	181
6.2.2. Programa de monitoramento de águas subterrâneas .....	182
6.2.3. Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais .....	182
6.2.4. Programa de monitoramento dos níveis de ruído.....	182
6.2.5. Programa de monitoramento de fauna.....	183
6.2.6. Projeto de Reflorestamento enriquecimento florestal em APP existente no entorno imediato	184
6.2.6.1. Descrição das Atividades para Recomposição das Florestas Ciliares .....	184
6.2.6.1.1. Preparo do Solo e Plantio.....	185
6.2.6.1.2. Ações Previstas para as Manutenções do Plantio .....	186
6.2.7. Programa de Encerramento .....	186
6.2.8. Programa Ambiental do Canteiro de Obras .....	187
6.2.9. Programa de Comunicação e Participação Social.....	188
6.2.9.1. Fase de Planejamento .....	188
6.2.9.2. Outras Fases.....	190
6.2.10. Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar .....	190
6.2.11. Programa de Compensação Ambiental .....	191
6.2.12. Plano de Gestão de Resíduos Sólidos.....	191
6.2.12.1. Estrutura do Plano .....	192
6.2.12.2. Diagnóstico do atual sistema .....	192



6.2.12.3. Inventário de Resíduos .....	193
6.2.12.4. Educação Ambiental.....	193
6.2.12.5. Propostas de Melhoramento .....	194
6.2.13. Proposta de Compensação Ambiental .....	194
6.2.13.1. Seleção de Unidade de Conservação para Compensação Ambiental .....	194
6.2.13.1.1. Estação Experimental de Limeira/ Horto Florestal Prof. André Franco Montoro .	194
6.2.13.1.2. APRM do Ribeirão do Pinhal / Zona de Proteção de Manancial .....	195
6.2.13.2. Seleção de justificativa de Unidade de Conservação a ser investida .....	195
6.2.14. Plano de Manutenção de Máquinas e Equipamentos.....	195
6.2.14.1. Disposições gerais .....	195
6.2.14.2. Apresentação do Plano de Manutenção .....	195
6.2.14.3. Rotinas de operação.....	196
6.2.15. Plano de Contingência e Emergência para o Novo aterro Sanitário de Limeira .....	197
6.2.15.1. Apresentação e Objetivo .....	197
6.2.16. Programa de Prospecção e Resgate do Patrimônio Arqueológico .....	197
6.2.16.1. Objetivos .....	197
6.2.16.2. Procedimentos Recomendados: .....	197
<b>7. PLANO DE MELHORIA NAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO ATERRO - RECUPERAÇÃO AMBIENTAL....</b>	<b>201</b>
7.1. Objetivo do Plano .....	201
7.2. Princípios e Diretrizes do Plano .....	201
7.3. Cronograma de Implantação e Custos Envolvidos.....	202
7.4. Monitoramento e Manutenção das Áreas em Processo de Recuperação.....	202
7.4.1. Indicadores de Qualidade de Solo.....	202
7.4.2. Fauna Edáfica .....	202
7.4.3. Indicadores Químicos de Qualidade de Solo .....	203
7.4.4. Indicadores Biológicos de Qualidade de Solo.....	203
7.4.5. Avaliação da Cobertura Vegetal .....	203
7.5. Planos de monitoramento.....	203
7.6. Plano Emergencial.....	204
7.7 Alternativas de Requalificação da Área .....	204
<b>8. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>205</b>
<b>9. EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>206</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>208</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>215</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Posicionamento geográfico do município de Limeira na Região Administrativa de Campinas e sua relação com as principais vias rodoviárias do Estado de São Paulo. ....	17
Figura 1.2. Gleba destinada à implantação do empreendimento (Área 1). Coordenadas Geográficas: 22°37'48"S; 47°21'60"O. Fonte: Google Earth Pro-2009. ....	18
Figura 2.1. Localização do atual aterro em fase de encerramento e sua relação com a gleba destinada ao empreendimento proposto (Área 1). ....	20
Figura 3.1. As Macrozonas Rurais de Produção Agropecuária (MZR-PA 2,3) encontram-se destacadas em amarelo no centro da imagem e delimitadas a norte pelo Centro Urbano (azul) e pela Macrozona Rural de Potencial Turístico (MZR-PT), em rosa, à margem do Rio P. ....	27
Figura 3.2. Distribuição espacial das alternativas locais no município de Limeira, SP, de acordo o Plano Diretor Territorial e Ambiental de 2009. ....	30
Figura 3.4. Área 2, previamente selecionada para estudo de alternativas locais para implantação do empreendimento. ....	31
Figura 3.3. Área 1, localizada em frente ao atual aterro em fase de encerramento. ....	31
Figura 3.5. Área 3, previamente selecionada para estudo de alternativas locais para implantação do empreendimento. ....	32
Figura 3.6. Área 4, previamente selecionada para estudo de alternativas locais para implantação do empreendimento. ....	32
Figura 3.7. Aterro Sanitário em Valas. ....	35
Figura 3.8. Aterro sanitário em trincheiras, evidenciando o sistema de impermeabilização de base com manta PEAD e queima de gases. ....	35
Figura 3.12. Aterro sanitário de superfície. ....	36
Figura 4.1. Direção, velocidade e frequência de ventos em Piracicaba. Fonte: ESALQ, s/d. ....	38
Figura 4.3. Localização do Empreendimento. ....	39
Figura 4.2. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs e Unidade Vocacional. Fonte: CETESB, 2010. ....	39
Figura 4.4. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 5. ....	40
Figura 4.5. Vista aérea do entorno do Empreendimento. ....	41
Figura 4.6. Classificação dos municípios segundo o grau de saturação. ....	42
Figura 4.7. Localização das estações amostradoras. ....	44
Figura 4.8. MP <sub>10</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHs 2, 5 e 10. ....	45
Figura 4.9. Distribuição percentual da qualidade do ar baseadas nas medições de curto prazo – Limeira-Boa Vista. Fonte: CETESB, 2010. ....	46
Figura 4.10. MP <sub>10</sub> – Classificação das concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. ....	46
Figura 4.11. MP <sub>10</sub> – Tendências nas concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. ....	47
Figura 4.12. Fumaça – Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHs 2, 5 e 10. ....	47
Figura 4.13. Fumaça – Classificação das concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. ....	48
Figura 4.14. Fumaça – Evolução das concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. ....	48
Figura 4.15. PTS – Evolução das concentrações médias anuais – Cordeirópolis-Módolo. ....	48
Figura 4.16. CO – Evolução das concentrações médias anuais das máximas diárias (médias de 8 horas) – UGRHI 5. Fonte: CETESB, 2010. ....	49

Figura 4.17. NO <sub>2</sub> – Primeiras e segundas concentrações horárias máximas – UGRHIs 5 e 10.....	50
Figura 4.18. NO <sub>2</sub> – Classificação das concentrações médias anuais – UGRHIs 5 e 10 .....	50
Figura 4.19. O <sub>3</sub> – Número de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção em 2009 – UGRHIs 2, 5 e 10....	51
Figura 4.20. O <sub>3</sub> – Evolução do número de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção – Americana. ....	51
Figura 4.21. O <sub>3</sub> – Evolução das concentrações médias anuais das máximas diárias (médias de 1 hora) – UGRHIs 2, 5 e 10 (Fonte: CETESB, 2010) .....	52
Figura 4.22. Análise espectral em 1/3 de oitava – dB e dB(A).....	54
Figura 4.23. Histogramas das medições efetuadas. Eventos: #461, #462, #463, #464 e #465.....	55
Figura 4.23. Mapa Geológico local. ....	58
Figura 4.24. Perfil litológico P.1 .....	59
Figura 4.25. Perfis litológicos P.2 e P.3.....	59
Figura 4.26. Perfil litológico P.4. ....	60
Figura 4.27. Mapa Geomorfológico Local.....	64
Figura 4.28. Classes de solos na sub-bacia do Ribeirão do Tatu – escala 1:250.000. Fonte: Mapa Pedológico do Estado de São Paulo – EMBRAPA-Solos/IAC – 1999.....	65
Figura 4.29. Mapa de Solos da área em estudo para implantação de Aterro de Resíduos Domiciliares e Industriais Classe II-A, de Limeira.....	66
Figura 4.30. Mapa de localização da AID (base IGC, 1:10.000).....	70
Figura 4.31. Cobertura florestal do município de Limeira, SP. Fonte: Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP) do Instituto Florestal do Estado de São Paulo.....	73
Figura 4.32. À esquerda, funcionário retirando uma amostra botânica e à direita, medindo o CAP (circunferência a altura do peito).....	74
Figura 4.33. Indivíduo isolado de paineira ( <i>Chorisia speciosa</i> ).....	75
Figura 4.34. Indivíduo isolado de jequitibá-branco ( <i>Cariniana strellensis</i> ).....	75
Figura 4.35. Indivíduo isolado de ipê-amarelo ( <i>Tabebuia crishotrica</i> ).....	75
Figura 4.36. Indivíduo isolado de <i>Pseudobombax grandiflorum</i> . ....	75
Figura 4.37. PONTO 1. Latitude: 22°40'55.48"S, Longitude: 47°21'50.87"O. ....	77
Figura 4.38. Vista lateral da vegetação, observar a presença de brachiária na borda.....	78
Figura 4.40. PONTO 02 - Latitude: 22°40'3.84"S, Longitude: 47°22'11.14"O.....	78
Figura 4.39. Vegetação ciliar do Rio Piracicaba em Limeira, SP. ....	78
Figura 4.41. Vista lateral da vegetação. Observar pastagem ao fundo.....	79
Figura 4.42. Vista lateral da vegetação. Observar braquiária na borda.....	79
Figura 4.43. Vista lateral da vegetação. Observar a brachiaria na borda e o caminho do gado. ....	79
Figura 4.44. Indivíduo de jequitibá-branco. ....	80
Figura 4.45. Fruto de araribá. ....	80
Figura 4.46. Vista lateral da vegetação. ....	80
Figura 4.47. Ponto 03 - Latitude: 22°37'13.83"S, Longitude: 47°22'51.13"O. ....	81
Figura 4.48. Vista lateral da vegetação. Observar o trilho de máquinas agrícolas "cortando" o fragmento.....	81
Figura 4.49. Indivíduo de Eritrina mulungu na borda "abafado" pela brachiária .....	81
Figura 4.50. Vista do córrego. Observar presença de lixo. ....	82
Figura 4.52. Evidências de extração de bambus ( <i>Bambusa</i> sp.). ....	82
Figura 4.51. Vista lateral. Boas condições do aceiro.....	82
Figura 4.53. Floração da guaçatonga ( <i>Casearia</i> sp.). ....	82
Figura 4.54. Ponto 04 - Latitude: 22°35'35.07"S, Longitude: 47°24'11.87"O. ....	83

Figura 4.55. Vista lateral. ....	83
Figura 4.56. Vista lateral. ....	83
Figura 4.57. Ponto 05 - Latitude: 22°30'43.79"S, Longitude: 47°26'53.22"O. ....	84
Figura 4.58. Vista lateral do fragmento florestal. Observar as boas condições do aceiro. ....	85
Figura 4.60. Ponto 06 Latitude: 22°37'29.74"S, Longitude: 47°21'50.56"O. ....	85
Figura 4.59. Gramíneas exercendo pressão na borda. ....	85
Figura 4.61. Regeneração incipiente no sub-bosque de eucaliptos. ....	86
Figura 4.62. Aspecto da retirada de eucaliptos. ....	86
Figura 4.63. Regeneração natural. ....	86
Figura 4.64. Perturbação antrópica. ....	86
Figura 4.65. Distribuição espacial dos pontos de amostragem da biota na ADA. A figura de aspecto geométrico semelhante a um triângulo representa a gleba destinada à implantação do empreendimento, enquanto que a figura circular é o buffer de dois quilômetro ....	88
Figura 4.66. Matriz graminóide composta de capim colônia ( <i>Panicum maximum</i> ) e braquiária ( <i>Brachiaria</i> sp.) na sua totalidade. Nesta matriz não estão presentes indivíduos arbustivo-arbóreos nativos. ....	88
Figura 4.67. Regeneração natural de elementos florísticos isolados na área de solo exposto: A) Capim gordura ( <i>Melinis minutiflora</i> ); B) arbusto de Alecrim do campo ( <i>Baccharis dracunculifolia</i> ); C, D) Crindiúva ( <i>Trema micrantha</i> ). ....	89
Figura 4.68. núcleo de floresta nativa regenerando no sub-bosque de um antigo plantio de eucaliptos – Floresta do Horto. ....	91
Figura 4.69. Aspectos da Floresta do Horto. A) aspectos do entorno do núcleo de vegetação nativa sob sub-bosque de eucaliptos; B) dossel aberto do antigo plantio de eucalipto; C e D) indícios que incêndios no passado no entorno (setas vermelhas). ....	92
Figura 4.70. A) aspectos estruturais da Floresta do Museu da Fruta; B) supressão sucessão secundária por lianas na Floresta do Museu da Fruta; C) Associação com recurso hídrico da Mata da Granja; D) Borda da Mata do Museu da Fruta mostrando infestação por ....	93
Figura 4.71. Famílias mais registradas dentre a ordem dos Passeriformes. ....	101
Figura 4.72. Hábito alimentar das espécies registradas no presente estudo. ....	101
Figura 4.73. Porcentagem de espécies com alta, média e baixa sensibilidade ambiental exigentes. ....	102
Figura 4.74. Distribuição espacial de ocorrência. ....	102
Figura 4.75. Porcentagem das espécies encontradas na ADA e AID em relação as espécies registradas no Estado para os ambientes estudados. ....	102
Figura 4.76. Armadilha de pegada com isca de banana. ....	105
Figura 4.77. Capivara ( <i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> ). ....	107
Figura 4.78. Fezes de tapiti ( <i>Sylvilagus brasiliensis</i> ) (A) e fezes de jaguatirica ( <i>Leopardus pardalis</i> ) (B), vestígios que servem como registro indireto das espécies. ....	108
Figura 4.79. Parcela de areia com inúmeros rastros de <i>Didelphis</i> sp. ....	109
Figura 4.79. Gráfico da abundância relativa das espécies detectadas nas parcelas de areia. ....	110
Figura 4.80. Gráfico de frequência relativa das espécies detectadas na área de estudo. ....	110
Figura 4.81. Rastro da espécie exótica lebre-européia ( <i>Lepus capensis</i> ). ....	111
Figura 4.82. Rastro de capivara ( <i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> ) (A) e de furão ( <i>Galictis</i> sp.) (B). ....	111
Figura 4.83. Pontos de coleta de invertebrados bentônicos e variáveis ambientais. A, R. Tatu antes; B, R. Tatu depois; C, Corpo d'água Norte; D, Corpo d'água Sul. ....	114
Figura 4.84. Variáveis abióticas medidas nos quatro pontos de coleta. ....	116

Figura 4.85. População projetada, segundo faixas etárias para o Estado de São Paulo no período entre 2000 e 2010. Fonte: Fundação Seade. ....	121
Figura 4.86. Taxa anual de crescimento populacional por regiões administrativas no Estado de São Paulo para o período entre 2000 e 2010. ....	121
Figura 4.87. Projeção espacial das taxas de crescimento populacional para o Estado de São Paulo no período entre 2000 e 2010. Fonte: Fundação Seade. ....	122
Figura 4.88. Tendência de concentração populacional no leste do Estado de São Paulo para o ano de 2010. Fonte: Fundação Seade. ....	122
Figura 4.89. Evolução da população do município de Limeira no período entre 1991 e 2010.....	123
Figura 4.90. Representações de modalidades de uso do solo no entorno da gleba destinada ao empreendimento em Limeira, SP.....	125
Figura 4.91. Bairro do Tatu, distante cerca de dois quilômetros e meio a partir da portaria do futuro empreendimento no município de Limeira, SP. A figura geométrica triangular (em branco) representa os limites da gleba destinada ao empreendimento, enquanta.....	125
Figura 4.92. Outras modalidades de uso do solo no entorno da gleba destinada ao empreendimento em Limeira, SP. ....	126
Figura 4.93. Distribuição das Unidades Básicas de Saúde em Limeira. O Bairro do Tatu é atendido pela USB no. 10 (Canto inferior direito) .....	130
Figura 4.94. Uso do solo em Limeira. Fonte: SEPLAN. ....	142
Figura 4.95. Mapa da evolução urbana em Limeira. ....	143
Figura 4.96. Mapeamento de loteamentos clandestinos em Limeira. ....	144
Figuras 4.97. Pontas de projétil identificadas na região de Rio Claro, Coleção João Böer (ZAINÉ, 1996). ....	149
Figuras 4.98. Pontas de projétil coletadas por morador da zona rural de Santa Bárbara d'Oeste nas proximidades dos rios Piracicaba na confluência com o ribeirão dos Toledos (coleção particular). ....	150
Figuras 4.99. Artefatos de sílex, o primeiro, com retoques e marcas de uso; o segundo, raspador bifacial. Ambos localizados no Distrito Industrial Anhanguera (ZANETTINI, 2004). ....	151
Figura 4.100. Ponta de projétil pertencente ao acervo do Museu Histórico e Pedagógico Major José Levy Sobrinho.....	152
Figuras 4.101. Atividades investigativas de campo em áreas com possibilidade de visualização da superfície do terreno .....	153
Figuras 4.102. Terrenos degradados nas porções central (A e B) e norte da área proposta para a implantação do empreendimento (B e C). ....	154
Figuras 4.103. Aspectos do terreno que compõe a porção norte da área do empreendimento. A) Terrenos vegetados que forma a porção norte da área do empreendimento; B) Capim colônio que impossibilitava o avanço do caminhar investigativo. ....	154
Figuras 4.104. Área de roçado junto ao limite sul da ADA do empreendimento em terrenos onde plantam a Dona Clarisse e seu marido. A) Vista em direção a Fazenda Tatu; B) Área de roça junto a residência da Dona Clarisse. ....	155
Figuras 4.105. Pontos referenciais no bairro do Tatu. A) Ribeirão do Tatu; B) Edifício situado na rua Vitória de Gasperi cujo estilo arquitetônico remete aos primeiros decênios de funcionamento da linha férrea; C) Capela de São Sebastião, vista frontal; D) .....	156
Figuras 4.106. Implantação do Casarão e características do estilo arquitetônico. A) Implantação da Fazenda Tatu, visto à partir da rodovia municipal LIM-010; B) Portão de acesso à propriedade rural com o Casarão ao fundo; C) Imagem ilustrativa da sede da F .....	157



Figuras 4.107. Imagens do incidente que envolveu a queda de parte da parede do Casarão em fevereiro de 2009. (Disponível em: < <a href="http://new.gazetadelimeira.com.br/Noticia.asp?ID=17724">http://new.gazetadelimeira.com.br/Noticia.asp?ID=17724</a> >). A) Vista da fachada com parte da parede ruída devido as chuvas; B) Det .....	157
Figuras 4.108. Estruturas do antigo engenho em área proxima à antiga sede da Fazenda do Tatu, avistadas ao largo da via municipal LIM-010. A) Alicerces do antigo engenho; B) Chaminé. ....	158
Figuras 4.109. Estruturas da antiga estação ferroviária de Tatu e trecho da ferrovia que opera sob os auspícios da ALL.....	159
Figura 6.1. Representação esquemática do modelo de plantio em linhas alternadas de preenchimento e diversidade.....	185

## LISTA DE FIGURAS

Tabela 2.1. Volume médio e taxa de entrada de resíduos no empreendimento.....	21
Tabela 3.1. Produção agrícola no município de Limeira – SP, por tipo, área plantada e quantidade produzida. ....	24
Tabela 3.2. Critérios de ordem técnica utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU .....	28
Tabela 3.3. Critérios de ordem econômico-financeiros utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU .....	28
Tabela 3.4. Critérios de ordem político-sociais utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU .....	29
Tabela 3.5. Prioridades relativas aos critérios utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU.....	29
Tabela 3.6. Peso atribuído às prioridades de critérios utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU.....	29
Tabela 3.7. Peso atribuído aos tipos de atendimento dos critérios utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU .....	29
Tabela 3.8. Pontos de prioridade e atendimento utilizados na classificação e hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP.....	33
Tabela 3.9. Ponderação quali-quantitativa dos critérios para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. ....	33
Tabela 4.1. Localização das estações e parâmetros monitorados pela rede manual da CETESB: UGRHI 5 (Fonte: CETESB, 2010).....	43
Tabela 4.2. NO – Concentrações de monóxido de nitrogênio em 2009 (média das 7h às 9h) UGRHIs 5 e 10. ....	51
Tabela 4.3. Medições efetuadas no dia 26/10/2010 – das 14h14min às 14h49min (Período diurno) .....	53
Tabela 4.4. Resultados dos ensaios de permeabilidade “in situ” no local do aterro .....	61
Tabela 4.5. Coordenadas dos pontos de coleta por trincheiras .....	65
Tabela 4.6. Coordenadas dos pontos de coleta por trado .....	65
Tabela 4.7. Resultados das análises químicas por classe de solo .....	67
Tabela 4.8. Resultados das análises granulométricas por classe de solo .....	68
Tabela 4.9. Resultados analíticos das amostras de solo - metais .....	69
Tabela 4.10. Síntese descritiva das características encontradas nas florestas estudadas com o enquadramento sucessional com base legal. ....	90

Tabela 4.11. Lista de espécies de anuros, ordenados por famílias, amostrados na ADA .....	96
Tabela 4.12. Distribuição das espécies capturadas de acordo com metodologia empregada .....	96
Tabela 4.13. Distribuição espacial das espécies nos locais de amostragem .....	97
Tabela 4.14. Abundâncias absolutas e relativas das espécies em cada local amostrado. ....	97
Tabela 4.15. Diversidade e equabilidade dos locais amostrados.....	98
Tabela 4.16. Espécies com valor cinegético registradas nas áreas de amostragem (ADA e AID). ....	101
Tabela 4.17. Frequência das espécies registradas na área de estudo .....	109
Tabela 4.18. Descrição dos pontos de coleta na sub-bacia do Ribeirão Tatu em Limeira.....	115
Tabela 4.19. Número de indivíduos dos táxons de macroinvertebrados bentônicos amostrados, relaciona- dos por pontos de coleta de cursos d' água no município de Limeira, SP. ....	118
Tabela 4.20. Resultados dos índices calculados para a comunidade de invertebrados bentônicos de três cursos d' água no município de Limeira-SP. ....	119
Tabela 4.21. Projeção de População Residente em 1º de julho Limeira – 2010. ....	123
Tabela 4.22. Distribuição da população de Limeira (2000) e população total (2000 e 2010). ....	124
Tabela 4.23. Descritivos e comparativos populacionais do município de Limeira com RA de Campinas e Estado de São Paulo. ....	124
Tabela 4.24. Contribuição da lavoura permanente do município de Limeira, SP.....	127
Tabela 4.25. Volume mensal resíduos sólidos .....	133
Tabela 6.1. Cronograma das atividades de manutenção.....	187
Tabela 9.7. Riscos Potenciais, Medidas de Controle e Monitoramento, Medidas de Contingência e Medidas de Emergência .....	198



## 1. APRESENTAÇÃO

Seguindo as exigências da Resolução CONAMA nº 001/86 e do anexo I da Resolução CONAMA nº 237/97 apresentaremos a seguir o Relatório de Impacto Ambiental do Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II A e uma Unidade de Redução de Volumes, no município de Limeira, estado de São Paulo.

Este estudo teve como base o Parecer Técnico CPRN/DAIA/137/07 e o Projeto Executivo do Empreendimento – apresentado pelo empreendedor e elaborado por empresa independente e visa seu licenciamento ambiental.

Segundo o Projeto Executivo apresentado pelo empreendedor, o empreendimento, ao fim de sua vida útil estimada em 43 anos, terá 10.694.075 m<sup>3</sup> de resíduos dispostos de forma adequada sob os pontos de vista ambiental e sanitário, com a capacidade de processamento diário de 681.368 m<sup>3</sup> de resíduos, valores suficientes para atender as demandas municipais.

No planejamento deste empreendimento e de suas atividades relacionadas ao uso e ocupação do território, foram analisadas as potencialidades e limitações do meio físico, biótico e socioeconômico, visando à implementação prática do desenvolvimento sustentável prevista pelo Plano Diretor Territorial e Ambiental do município de Limeira (Lei Complementar Nº 442 de 12 de janeiro de 2009). Esta tem como objetivos básicos a regulamentação dos processos de desenvolvimento urbano, orientando seus programas e projetos e condicionando as ações dos agentes públicos e privados na totalidade do território municipal.

### 1.1. INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO OBJETO DO LICENCIAMENTO

Conforme o Projeto Executivo o empreendimento proposto trata-se da Central de Gerenciamento de Resíduos – Aterro Municipal de Limeira, SP. O

empreendimento em questão visa primordialmente prover o município de Limeira, SP, com um local adequado, sob os pontos de vista ambientais e sanitários, para a destinação final dos resíduos sólidos gerados no próprio município.

O município de Limeira está localizado a 154 quilômetros a noroeste da cidade de São Paulo, na região leste do Estado (Figura 1.1). Pertence à Região Administrativa de Campinas e constitui-se na sede da Região de Governo que tem o seu nome, integrada por oito municípios: Araras, Leme, Limeira, Pirassununga, Cordeirópolis, Conchal, Santa Cruz da Conceição e Iracemápolis.

Dista 58 km de Campinas, 29 km de Piracicaba, 25 km de Rio Claro, 20 km de Americana e 50 km de Mogi-Mirim. Faz divisa com Cordeirópolis e Araras, ao Norte; Engenheiro Coelho, Arthur Nogueira e Cosmópolis, a Leste; Americana e Santa Bárbara D'Oeste, ao Sul e Piracicaba e Iracemápolis, a Oeste.

Pertencente à Bacia Hidrográfica do Piracicaba, sendo três seus principais cursos d'água internos o Ribeirão do Tatu, Ribeirão da Geada e Ribeirão do Pinhal, e como limite ao Sul, o Rio Piracicaba.

A área selecionada para a implantação do empreendimento possui cerca de 455.880 m<sup>2</sup> e está localizada no Km 5,5 da Estrada Municipal Jurandir da Paixão Campos Freire (LIM 010) em frente ao antigo aterro sanitário que se encontra próximo do encerramento (Figura 1.2). Esta área encontra-se a aproximadamente 6,9 quilômetros, em linha reta, do centro da cidade. Por vias transitáveis, esta distância é superior a nove quilômetros.

O acesso ocorre pela SP-147, dirigindo-se pelo anel viário que liga esta rodovia à Anhanguera, convergindo à direita no acesso a LIM 010.

#### 1.1.1. Síntese Descritiva dos Componentes

As informações que subsidiaram a descrição resumida dos componentes do empreendimento



Figura 1.1. Posicionamento geográfico do município de Limeira na Região Administrativa de Campinas e sua relação com as principais vias rodoviárias do Estado de São Paulo.

foram fornecidas pelo empreendedor (Prefeitura Municipal de Limeira) e por sua contratada para a elaboração do projeto executivo de engenharia.

#### 1.1.1.1. Aterro Sanitário

A Central de Gerenciamento de Resíduos - Aterro Sanitário Municipal de Limeira é designado como a unidade que receberá os resíduos sólidos do município de Limeira.

A área do empreendimento proposto ocupa uma área total de aproximadamente 455.880m<sup>2</sup>, tendo como área do aterro em si 305.545 m<sup>2</sup> fracionado em células. A cota inferior mínima corresponde a 580m e a cota superior máxima é de 615 m, o que se traduz num desnível efetivo de 35 metros.

Será composto por nove células, a serem construídas no sentido nordeste-sudeste, com capacidade total de aproximadamente 10.694.075 m<sup>3</sup> de resíduos ou 11.870.423,25 toneladas de resíduos, sendo assim terá a capacidade estimada de atender o município por 43 anos, com o recebimento diário de 756,319 toneladas de resíduos.

### 1.1.1.2. Instalações de Apoio

A Central de Gerenciamento de Resíduos de Limeira contará com uma infraestrutura que englobará a construção de uma estação de tratamento de efluentes – ETE, edificações para administração, contendo vestiários, sanitários, cozinha e pronto – socorro, fiscalização, portaria, balança,

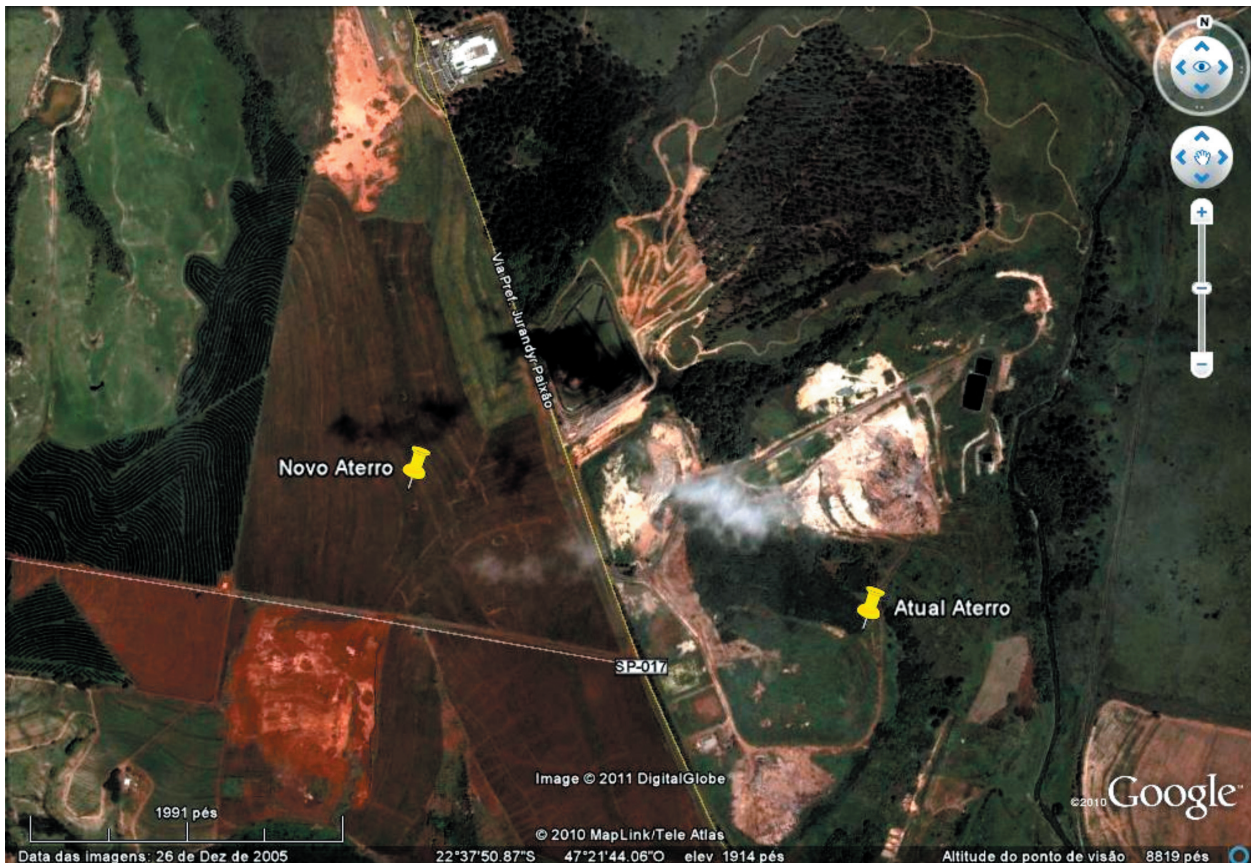


Figura 1.2. Gleba destinada à implantação do empreendimento (Área 1). Coordenadas Geográficas: 22°37'48"S; 47°21'60"O. Fonte: Google Earth Pro-2009.

cercamento da área, garagem, oficina e sua infraestrutura.

### 1.1.2. Especificações de Mão-de-Obra

O empreendimento contará com 37 colaboradores distribuídos nas seguintes funções:

- Engenheiro de Campo
- Encarregado Geral
- Auxiliar Administrativo
- Técnico de Segurança
- Vigilantes
- Balanceiro
- Sinalizador
- Operador de Trator de Esteira
- Operador de Retroescavadeira
- Motorista de Caminhão Basculante
- Serventes/Serviços Gerais
- Auxiliar/Serviços de Apoio

- Técnico de Monitoramento
- Topógrafo

### 1.1.3. Frequência e Horário de Recebimento

O esquema de funcionamento do aterro sanitário será de 26 dias ao mês, significando assim trabalhos de deposição das 2as. feiras até o sábado, trabalhados em dois turnos (diurno e noturno). Aos domingos, prevê-se um plantão para disposição emergencial.

### 1.1.4. Plano de Controle do Recebimento de Resíduos

Para o recebimento de resíduos será analisada as quantidades e tipos dos resíduos, devendo-se implementar um controle dos resíduos que serão dispostos.



O controle de peso será feito mediante a pesagem dos caminhões ao adentrarem e ao saírem do aterro.

O Aterro Sanitário Municipal de Limeira será implantado para receber resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais, desde que estes apresentem características domiciliares, resíduos de varrição de vias e logradouros públicos, além de resíduos de construção civil. No caso dos resíduos provenientes da coleta regular domiciliar, os fiscais acompanharão o descarregamento dos caminhões e farão a avaliação visual do tipo de resíduos que está sendo descarregado.

Os resíduos sólidos de origem industrial serão identificados por meio do CADRI – Certificado de Aprovação de Disposição de Resíduos Industrial, emitido pela CETESB – Cia. de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Haverá uma observação visual da carga da empresa por técnico da empresa. Esses técnicos farão testes rápidos para avaliação dos resíduos como, medição de pH, umidade, verificação da presença de peças com aspectos diferenciados bem como de odores pronunciados.

Em caso de dúvida quanto à conformidade do resíduo a ser disposto no aterro e seu respectivo CADRI, poderão ser efetuados ensaios mais específicos, nos quais serão utilizados os critérios e procedimentos contidos nas NBR's 10.007, 10.005 e 10.006, que se referem à Amostragem de Resíduos, Testes de Lixiviação e de Solubilização, respectivamente. Não será autorizado a disposição de nenhum resíduo em discordância com seu CADRI. Caso o mesmo já tenha sido descarregado, este deverá ser removido e conduzido, pela empresa responsável, para fora das dependências do Aterro Sanitário Municipal de Limeira.

Somente serão aceitos resíduos que tenham compatibilidade entre si, embora, não sejam esperadas reações intensas entre os mesmos pelas características dos resíduos que serão depositados no aterro (Classe II A e II B – não perigosos e inertes).

## 1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento proposto, Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II A e

Unidade de Redução de Volumes, localiza-se no Km 5,5 da Estrada Municipal Jurandir da Paixão Campos Freire (LIM 010), nas Coordenadas Geográficas: 22°37'48"S; 47°21'60"O, aproximadamente a 9 km do centro da cidade, por vias transitáveis.

## 1.3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA  
Rua Dr. Alberto Ferreira 179, Bloco A  
Centro Limeira SP.  
CEP: 13.480-074  
Telefone: 19-3404-9724  
Contato: Celso José Gonçalves  
CNPJ: 45.144.516/0001-48  
Inscrição Estadual: Isento

## 1.4. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA

Fundação Educacional e Cultural do Meio Ambiente Elvira Guarda Mascarin  
Rua Atílio Zílio, 80, Jardim Maria.  
CEP: 13.408-012  
CNPJ: 07.486.497/0001-49,  
Telefone/Fax (19) 3425-5650  
e-mail: cogeral@fecuma.org.br.

Coordenador Geral do EIA/RIMA  
Dr. Wilson Marcelo da Silva Junior  
bio@fecuma.org.br  
CRBio 57537/01-D

### 1.4.1. Empresa Responsável pela Elaboração do Projeto Executivo do Empreendimento

MAXI OBRAS Arquitetura e Engenharia  
Rua Luiz de Queiroz, 595, Centro  
CEP: 13.400-780  
CNPJ: 08.872.330/0001-89  
Responsável Técnico: Eng. Civil Alex Gibelli  
CREA 5062383105

## 2. HISTÓRICO DO ATUAL ATERRO

O atual Aterro Sanitário do município está localizado em uma área de cerca de 190.020 m<sup>2</sup>, no Km 5,5 da Estrada Municipal Jurandir da Paixão Campos Freire (LIM 010) que separa da área vizinha reservada para o novo empreendimento (Figura 2.1).

Essa unidade iniciou suas atividades como lixão em 1984 para o aterramento dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) do município e de outros tipos de resíduos não identificados (Fase I). Após o encerramento dessa Fase, os RSD passaram a ser dispostos numa área ao lado, denominada Fase II, sob a forma de Aterro Sanitário, cuja vida útil está estimada em aproximadamente três anos. É constituído por três frentes de aterramento: frente de resíduos urbanos e industriais; frente de inertes; e frente de aterramento de animais mortos e resíduos de atividade veterinária. É importante salientar

que devido a proximidade de esgotamento da vida útil, a separação de resíduos sólidos urbanos e industriais não ocorre efetivamente.

A frente de resíduos urbanos e industriais é composta por cinco células dispostas na forma de rampa, sendo que a última destas camadas ainda encontra-se em operação. A distribuição do volume médio e a taxa média de entrada de resíduos recebidos no empreendimento, de acordo com sua classificação, encontra-se na Tabela 2.1.

Os sistemas de proteção ambiental adotados no empreendimento constituem-se nas medidas básicas de atendimento à legislação para instalação de aterros sanitários, sendo essencialmente constituída pela impermeabilização da base com geomembranas, manta de PEAD (polietileno de alta densidade) e material argiloso compactado; além



Figura 2.1. Localização do atual aterro em fase de encerramento e sua relação com a gleba destinada ao empreendimento proposto (Área 1).

Tabela 2.1. Volume médio e taxa de entrada de resíduos no empreendimento.

Classificação	Volume diário recebido (m³)	Taxa média diária (ton)
Doméstico	242	170
Industrial	65	46
Inertes	665	615
Animais	1	-

da existência dos sistemas de drenagem de percolados e de gases. A construção de três lagoas de contenção de chorume também é observada como medida de preservação ambiental no local.

O empreendimento atualmente encontra-se com diversos problemas quanto à questão ambiental, no entanto, uma vez encerradas suas atividades, deverão ser adotadas medidas de recuperação ambiental do local, com cobertura adequada da última célula, construção de cinturão verde, adequação dos sistemas de drenagem de percolados, de gases e de águas pluviais e implantação dos sistemas de monitoramento ambiental e geotécnico para o período reativo do aterro de acordo com o Plano de Fechamento (ver seção 10.6).

Atualmente, são dispostos no Aterro do município cerca de 640 toneladas diárias de resíduos assim distribuídos: 140 t/dia de Resíduos Sólidos Domésticos; 100 t/dia de Resíduos Sólidos Industriais Classe IIA e 400 t/dia de entulhos da construção civil. Esta unidade também chegou a contar com uma vala séptica para disposição de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) na qual operou até Maio de 2002, tendo sido encerrada e substituída pela unidade de tratamento da empresa SILCON, no município de Paulínia, a qual recebe cerca de 0,73 t/dia de RSS.

O chorume gerado é captado por drenos periféricos e é encaminhado por tubulações para três lagoas situadas nas cotas mais baixas da gleba. Antigamente, cerca de 1.296 m³/mês de chorume era tratado e recirculado para o maciço. Atualmente o sistema de tratamento do chorume está desativado. Visando detectar eventuais contaminações de solo e águas subterrâneas, a unidade conta com

dois poços de monitoramento a montante e três poços a jusante.

Para atender ao gerenciamento destes resíduos, a unidade está dotada de instalações de apoio formadas por: portaria, balança rodoviária, instalações administrativas (sanitários e vestiários).



## 3. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

### 3.1. ASPECTOS GERAIS

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma discussão sobre o atual quadro de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo e no município de Limeira e região. Esta discussão é a principal diretriz para a subsequente análise da necessidade de implantação do empreendimento no município de Limeira, SP.

Na busca por estratégias de gestão de resíduos que procuram diminuir o volume final de resíduos aterrados, três diretrizes básicas têm sido consideradas. A primeira preconiza a redução de geração de resíduos por meio de processos eficientes de produção em larga escala aliados à mudança na mentalidade rumo à diminuição do consumo; a segunda prevê a reutilização de resíduos como fator determinante da quantidade de resíduos passível de sofrer uma destinação final adequada. Deve-se salientar que, para a reutilização ser realmente efetiva, há a necessidade de mudança conceitual de resíduos, onde estes deixam de ser vistos como "lixo" e passam a ter caráter de subprodutos passíveis de reaproveitamento. Cabe nesse ponto, a ressalva de que nem todo resíduo é re-aproveitável. Finalmente, a última diretriz consiste na revalorização de resíduos por meio da reciclagem, compostagem e/ou recuperação energética. Dentro desse contexto, a relevância de investimentos em infra-estruturas que permitam a reciclagem de materiais deve ser sempre mantida em foco.

Segundo o inventário de resíduos do município de Limeira, no qual utilizou como fonte os registros do controle de entrada de resíduos do atual aterro sanitário no período de 2000 a 2009, a distribuição dos resíduos por classe são: industriais classe II, resíduos industriais classe III, domiciliares, hospitalar, entulhos, podas, recicláveis e cacareco.

Os resíduos Industriais tanto classe II como classe III possuem origem diversificada, devido a grande abrangência de atividades do setor industrial

do município, as quais incluem o setor automotivo (freios, rodas, escapamentos, etc.), metalúrgicos, máquinas para beneficiamento de produtos agrícolas, papel e papelão, embalagens, chapéus, entre outros. O município destaca-se ainda com a maior concentração de produção de máquinas-ferramenta da América Latina e a maior indústria refinadora de açúcar do continente sul-americano. A partir da década de 90 o setor que tem ganhado maior destaque é o de bijuterias e lapidação de pedras, constituído basicamente de empresas de micro e pequeno porte, com estrutura de capital social familiar. Dessa forma, a distribuição quantitativa (média anual) dos resíduos gerados no município é de 29753,53 ton./ano (23802,82 m<sup>3</sup>/ano) para os resíduos da classe II e 3906,01 ton./ano (781,20 m<sup>3</sup>/ano) para os da classe III. De acordo com o censo de 2000 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Limeira possui uma população de aproximadamente 273 mil habitantes, dispostos em aproximadamente 70 mil domicílios, o que resulta na geração de 46334,22 ton./ano (10656,87 m<sup>3</sup>/ano) de resíduos domiciliares. O município conta ainda com quinze unidades básicas de saúde (UBS), dois hospitais filantrópicos e dois hospitais pertencentes a rede privada, o que totaliza 633 leitos. O somatório dos resíduos provenientes de equipamentos urbanos de saúde atinge a média anual de 246,99 ton./ano (69,16 m<sup>3</sup>/ano), nos quais são coletados por empresa privada e destinados à aterros especiais para este tipo de resíduo. Os entulhos, em sua maioria, são provenientes das atividades da construção civil, sendo que este é o único tipo de resíduo que recebe alguma forma de reciclagem. A cidade conta com 170 empresas neste ramo, gerando 112636,85 ton./ano de resíduos (90109,85 m<sup>3</sup>/ano).

Como resultado dos serviços de poda, tem-se a geração média de resíduos de 1899,30 ton./ano. Outra classificação de resíduos provenientes do município são os cacarecos, que se caracterizam como



tudo aquilo que os moradores não mais desejam em seu domicílio (móveis, utensílios, etc.). Estes carecos apresentam a média de 682,69 ton./ano.

Diante desse inventário, constata-se que o município de Limeira produz a média anual de 195.459,59 ton./ano de resíduos diversos. Esse montante necessita, obrigatoriamente, de um local adequado para sua destinação final.

### 3.2. OPORTUNIDADE DE IMPLANTAÇÃO

O município de Limeira pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos número cinco (UGRHI 5), que se refere a Bacia dos Rios Piracicaba, Corumbataí e Jundiá (PCJ). A UGRHI 5 possui 15.503 km<sup>2</sup> de área, sendo 92.6% no Estado de São Paulo e 7,4% em Minas Gerais. É ainda composta por 76 municípios, dos quais 61 têm sede na região. Desses, 57 estão no Estado de São Paulo e quatro em Minas Gerais. Dos municípios que têm território na região PCJ e sede em outras bacias, 14 estão no Estado de São Paulo e um em Minas Gerais. Com aproximadamente cinco milhões de habitantes, a região é considerada uma das mais importantes do Brasil devido ao seu avançado desenvolvimento econômico, representando cerca de 7% do Produto Interno Bruto (PIB) Nacional (Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2006).

Em termos micro-regionais, ou seja, aquela região formada por municípios limítrofes a Limeira (Cordeirópolis, Cosmópolis, Iracemápolis, Artur Nogueira, Santa Bárbara D'Oeste, Americana e Piracicaba), o IQR 2008 médio é de 9,41. O atual valor encontrado para o IQR municipal de Limeira (8,1) encontra-se abaixo da média regional, o que pode ser interpretado como uma carência do município de Limeira em relação ao sistema de disposição de resíduos.

Segundo o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares (CETESB 2008), o IQR 2008 para o município de Limeira é de 8,1, enquanto a média é para a UGRHI 5 é de 8,4. Apesar de coerente

com o gerenciamento regional de resíduos sólidos, a análise retroativa do IQR para o município mostra uma queda proeminente no último triênio, já que em 2005 esse índice era de 9,2. Muito dessa queda pode ser atribuída à proximidade do esgotamento do atual aterro, que conduz a práticas emergenciais e inadequadas de aterramento. Segundo uma visita conduzida pela equipe técnica elaboradora do Estudo de Impactos Ambientais do empreendimento objeto desse licenciamento, foi possível elencar problemas administrativos e operacionais acumulados nos últimos anos que contribuíram para a queda do IQR no município de Limeira. O atual aterro opera em três frentes de aterramento, uma denominada como célula de inertes oriundos da construção civil, outra destinada a resíduos domiciliares e uma terceira destinada ao aterramento de animais mortos e resíduos provenientes de clínicas veterinárias.

As práticas de frentes múltiplas de aterramento, aliada a falta de espaço para aterramento, conduzem a cenários que se caracterizam pela disposição misturada de resíduos inertes, domiciliares e orgânicos. Soma-se a isso, a proporção de terra insuficiente para o aterramento completo dos resíduos, o que conduz a sua exposição parcial, focos atrativos de urubus, odores desagradáveis e vetores diversos (moscas, ratos, baratas, etc). A frente de aterramento destinada a animais mortos e resíduos de clínicas veterinárias, já avançam sobre as áreas de preservação permanente do Ribeirão Tatu, onde os efluentes líquidos resultantes da putrefação desses animais, já devem ter alcançado os corpos hídricos associados. Outro problema detectado refere-se ao tratamento dos efluentes. No local, existem lagoas para o tratamento do chorume gerado no atual aterro sanitário do município. No entanto, estas se encontram desativadas e com focos de vazamentos.

Nesse sentido, os objetivos primordiais da destinação final adequada de resíduos no município de Limeira, para garantir a integridade do meio ambiente e saúde pública, encontram-se corrompidos. Frente a este diagnóstico, o licenciamento de uma

nova área destinada à destinação final adequada para os resíduos sólidos municipais é imperativo.

### 3.3. JUSTIFICATIVA ECONÔMICA

O município de Limeira possui uma economia forte, baseada nos três setores básicos de atividade: primário, secundário e terciário. No setor primário destacam-se a citricultura e a cana-de-açúcar, no secundário a indústria de transformação e de tecnologia avançada e no terciário, mais de 3.500 estabelecimentos comerciais e 3.000 prestadoras de serviço. Atualmente, Limeira possui perto de 2.000 propriedades agrícolas, a produção rural continua fortemente marcada pelo binômio cana-de-açúcar/citricultura, o que tem permanecido praticamente inalterado ao longo das duas últimas décadas, com ligeiro declínio, da área ocupada pela citricultura em favor da área ocupada pela cana-de-açúcar, com mais de um milhão de toneladas/ano e *Citrus spp.* (laranja, limão e tangerina), mais de 1,4 bilhões de unidades. Em menor escala há produção de abacate, milho, arroz e feijão. Limeira é considerada o berço da citricultura paulista, e um centro reconhecido de produção de mudas, especialmente cítricas. A Tabela 3.1 descreve a produção agrícola, tendo como ano base 2002, segundo o IBGE.

Além da citricultura e da cana-de-açúcar, existe uma importante atividade de produção de mudas cítricas.

Com relação ao tamanho das propriedades agrícolas, 3,4% possui de zero a dois hectares; 21,4%

de dois a cinco hectares; 22,8% de cinco a 10 hectares; 23% de 10 a 20 hectares; 19,9% de 20 a 50 hectares e 9,5% mais de 50 hectares, segundo o levantamento de Unidades de Produção Agrícola de 1995 (LUPA).

Limeira possui hoje um sólido parque industrial instalado que se originou nos primórdios do processo de industrialização no Estado. O setor industrial responde por aproximadamente 50% dos empregos registrados na cidade. Dessa forma, Limeira assumiu sua vocação industrial, o que norteou o desenvolvimento e a implantação do seu parque industrial atual.

O município conta com uma série de fatores condicionantes favoráveis ao seu desenvolvimento, tais como o prolongamento da Rodovia dos Bandeirantes, a integração dos mercados pela implantação da Hidrovia Tietê-Paraná, e a instalação do Gasoduto Brasil-Bolívia.

Estes fatores, associados às suas potencialidades e possibilidades, podem indicar diversos caminhos para o desenvolvimento do setor industrial do município:

- Limeira está inserida na região de Campinas, região esta marcada por uma forte concentração industrial e que possui um PIB que é maior que o de muitos estados importantes do país, como Minas Gerais ou Rio Grande do Sul, por exemplo.
- Na economia formal possui aproximadamente 1.000 indústrias, que empregam mais de 22.000 funcionários registrados, com uma significativa parcela de mão de obra especializada.
- O tamanho das empresas é bem diversificado, com uma produção bastante variada, incluindo sistemas de freios, rodas automotivas, escapamentos, produtos metalúrgicos, máquinas para beneficiamento de produtos agrícolas, papel e papelão, embalagens, chapéus, entre outros. Limeira tem ainda, a maior concentração de produção de máquinas-ferramenta da América Latina e a maior indústria refinadora de açúcar da América do Sul, porém, um segmento que vem destacando-se no município na década de 90 é o

Tabela 3.1. Produção agrícola no município de Limeira – SP, por tipo, área plantada e quantidade produzida.

Lavoura	Área plantada	Quantidade produzida
Abacate	259 hectares	7.179 toneladas
Café	76 hectares	130 toneladas
Caqui	28 hectares	638 toneladas
Laranja	17.187 hectares	269.280 toneladas
Limão	130 hectares	2.121 toneladas
Manga	10 hectares	50 toneladas
Tangerina	3.128 hectares	63.811 toneladas
Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2002		

de bijuterias e lapidação de pedras, constituído basicamente de empresas de micro e pequeno porte, com estrutura de capital social familiar.

Limeira é um significativo centro terciário regional, contando com aproximadamente 3.500 estabelecimentos comerciais e 3.000 prestadoras de serviços. O setor emprega mais de 25.000 funcionários registrados, rivalizando com a indústria na ocupação da mão-de-obra local.

Algumas das maiores redes comerciais varejistas do país possuem lojas na cidade. A região central concentra a maioria dos estabelecimentos bancários e o comércio tradicional. Nos últimos anos, tem-se verificado o deslocamento da implantação comercial para os principais eixos de expansão da cidade. A implantação do Shopping Center, na década de 80, às margens da Via Anhanguera, veio a impulsionar ainda mais o desenvolvimento do setor terciário na cidade. Aliado a isso e acompanhando a tendência mundial da globalização e terceirização observou-se o surgimento de muitas empresas inseridas neste processo de modernização, que passaram a atuar como suporte para as indústrias do município.

Os resíduos sólidos domésticos e industriais gerados pelo município possuem como alternativa mais próxima para destinação final o aterro de resíduos industriais localizado na cidade de Paulínia, de propriedade da empresa Estre Ambiental S.A..

Esse aterro está localizado aproximadamente 44 quilômetros do município de Limeira. Se considerada a distância total (ida e volta) que é percorrida pelos veículos transportadores que se dirigem a esse local para o transporte de uma viagem, os veículos percorreriam 88 quilômetros, ressaltando-se que a utilização do percurso requer o pagamento de pedágio existente entre as cidades.

Essa distância resulta num custo de transporte muito alto, o que gera um impacto financeiro sobre os custos das indústrias e estabelecimentos instalados no município de Limeira. Esse custo incentiva empresas que geram baixa carga de resíduos e possuem grandes locais de estocagem a disporem seus

resíduos dentro de seus próprios locais, até que venha a surgir uma alternativa economicamente mais viável para destinação final desses resíduos.

Adicionalmente, os custos provenientes da distância de percurso até Paulínia acabam também por incentivar práticas inadequadas de destinação final como as descargas em vias e lixões que não apresentam nenhum sistema de proteção ambiental.

O custo do recebimento de resíduos Classe II A no aterro de Paulínia tem um preço de R\$ 70,00 (setenta reais) por tonelada, para resíduos de características orgânicas com densidade aproximada de 300 kg/m<sup>3</sup>; e para resíduos com densidade superior a 1.000 kg/m<sup>3</sup>, o preço cobrado é de R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais). Isso resulta numa média de R\$ 55,57 por tonelada.

O custo mínimo de transporte rodoviário está em torno de R\$ 1,20 por eixo por quilômetro rodado. O custo do pedágio existente na Rodovia Anhanguera em Nova Odessa é de R\$ 5,20 por eixo por sentido, resultando em R\$ 10,40 por eixo para o percurso de ida e volta.

Dessa maneira, se considerados veículos com três eixos, tem-se o custo com pedágio da ordem de R\$ 31,20. O custo de transporte seria igual a 88 quilômetros multiplicado por R\$ 1,20 por quilômetro, resultando em R\$ 105,60, que, somado ao pedágio, totaliza R\$ 136,80. Considerando que cada veículo carrega 10 toneladas em média de carga líquida o acréscimo de custo por tonelada atual é no mínimo de R\$ 13,68 por tonelada. Se considerada a previsão de 535,5 toneladas por dia de recebimento de resíduos e 26 dias úteis por mês, chega-se a um quantitativo mensal de 13.923 toneladas/mês. Portanto, o acréscimo de custo mensal com o transporte dos resíduos para o aterro de Paulínia seria de R\$ 190.466,64. Anualmente, esse acréscimo de custo seria de R\$ 2.285.599,68, valor esse que representaria, a princípio, uma economia de recursos locais com transporte face à implantação do empreendimento em Limeira, SP.

Além do sobre-custo com o transporte dos resíduos, deve-se considerar também os custos para

a disposição desses resíduos na Estre em Paulínia. Considerando o valor médio de R\$ 55,57 por tonelada para a disposição final na Estre, o custo diário de disposição seria de R\$ 29.757,73 por dia, o que gera mensalmente R\$ 773.701,11, e finalmente R\$ 9.284.413,32 anuais somente com a disposição.

A composição do sobre-custo total, com transporte e disposição, atinge a ordem de R\$ 11.570.013,00 anualmente. Projetando este valor para um período igual à vida útil estipulada para o empreendimento (50 anos), a disposição final dos resíduos sólidos do município de Limeira num aterro terceirizado custará R\$ 578.500.650,00. Nesse ponto deve-se ressaltar que esse montante representa um “desperdício” de recursos financeiros que poderiam ser destinados para outros fins sócio-ambientais. Frente a esta projeção orçamentária, o empreendimento se justifica.

### 3.4. JUSTIFICATIVA LOCACIONAL

Este tópico tem como objetivo a elaboração do estudo da melhor alternativa locacional para a implantação e operação do Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe IIA e a Unidade de Redução de Volume no município de Limeira, SP. Este estudo é parte de um estudo maior denominado de Estudo de Impactos Ambientais e do seu respectivo Relatório de Impactos Ambientais (EIA/RIMA), e contempla, inclusive, a hipótese de não implantação do empreendimento.

O estudo de alternativas locacionais está previsto na legislação vigente, particularmente na Resolução CONAMA 01/86 e na norma ABNT NBR 10.157/1987. Conforme preconizado nesses instrumentos legais, os estudos de alternativas locacionais para a implantação e operação de aterros sanitários devem contemplar sequencialmente uma relação de atividades para a hierarquização e definição da área mais apropriada. A área adequada para empreendimentos dessa natureza deve agregar valores físicos, sociais e econômicos que se traduzam em menores riscos ao meio ambiente, à saúde pública e otimização de recursos financeiros públicos.

O instrumento legal, além dos supracitados, e que orientou preponderantemente esse estudo de alternativas locacionais foi o Plano Diretor Territorial e Ambiental do município de Limeira (Lei Complementar Nº 442 de 12 de janeiro de 2009).

#### 3.4.1. Metodologia para Seleção de Áreas

A abordagem metodológica para o estudo de alternativas locacionais teve início com a realização de reunião técnica junto à Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Limeira, objetivando a análise da legislação municipal, essencialmente aquela que se refere ao Plano Diretor Territorial e Ambiental. De acordo com o Anexo 24 do referido Plano, os locais que permitem a implantação e operação de atividades incômodas relacionadas ao comércio, serviço ou institucional (CSE) de âmbito local sujeitos a controle específico, são as Macrozonas Rurais de Produção Agropecuária números dois e três (MZR-PA 2,3) (Figura 3.1).

As MZR-PA 2,3 estão situadas na porção sul do município estendendo-se rumo a leste e oeste, pouco ultrapassando os limites impostos pelas rodovias estaduais Anhanguera (SP 330) e Bandeirantes (SP 348) respectivamente. Estas zonas ainda estão delimitadas ao norte pelo centro urbano e ao sul pelo Rio Piracicaba. É digna de nota a existência de uma faixa proibitiva à implantação de atividades incômodas às margens do rio em virtude dessas pertencerem a Macrozona Rural de Potencial Turístico (MZR-PT).

De posse da base cartográfica, a etapa de planejamento seguinte contou com a divisão das macrozonas em setores, preferencialmente delimitados por rodovias, estradas, caminhos ou outro tipo de acesso, de forma que permitisse percorrer os setores em questão para a procura, avaliação e registro fotográfico de alternativas locacionais.

Os critérios utilizados para a hierarquização das áreas alternativas agregou aqueles de ordem técnica, econômico-financeiros e político-sociais conforme exposto no Manual de Gerenciamento



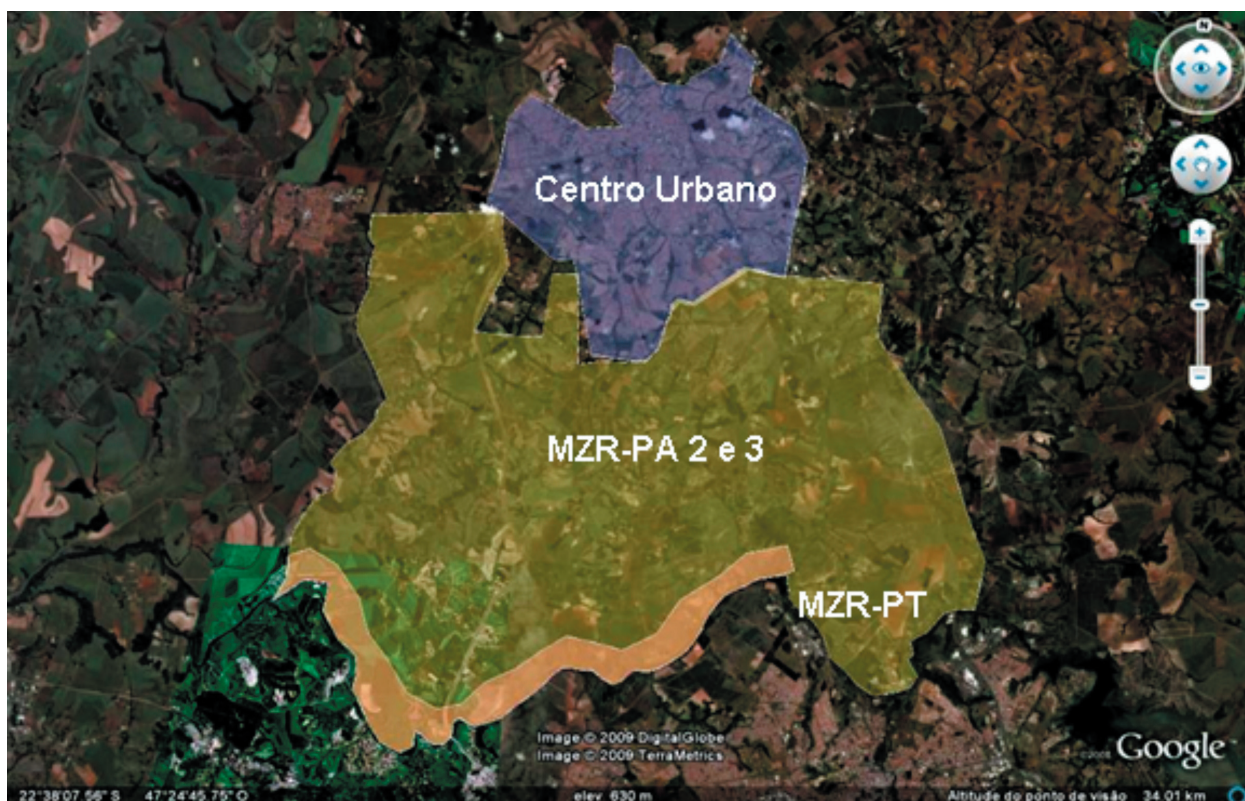


Figura 3.1. As Macrozonas Rurais de Produção Agropecuária (MZR-PA 2,3) encontram-se destacadas em amarelo no centro da imagem e delimitadas a norte pelo Centro Urbano (azul) e pela Macrozona Rural de Potencial Turístico (MZR-PT), em rosa, à margem do Rio Piracicaba ao sul.

Integrado de Resíduos Sólidos desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU). Os critérios de ordem técnica, econômico-financeira e político-social estão elencados nas Tabelas 3.2, 3.3 e 3.4.

### 3.4.2. Hierarquização de Critérios, Análise e Seleção da Melhor Área

Ainda de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU) dentro da hierarquização das áreas, será selecionada aquela que agregar o maior número de critérios, dando-se ênfase aos critérios de maior prioridade. Para isso, deve ser realizada uma análise individual de cada área ponderando-se cada um dos critérios orientadores de forma que permita a classificação subsequente das áreas em: T (critério totalmente atendido), PT (critério atendido parcialmente através de

obras) ou NT (critério não atendido). A Tabela 3.5 mostra os critérios e suas respectivas prioridades.

### 3.4.3. Ponderação ao Atendimento aos Critérios

Para que se possa efetuar a escolha da melhor área, é necessário que se fixem pesos, tanto para as prioridades, quanto para o atendimento aos critérios selecionados, como mostram as Tabelas 3.6 e 3.7.

Será considerada a melhor área aquela que obter o maior número de pontos após a aplicação dos pesos às prioridades e ao atendimento dos critérios.

### 3.4.4. Escolha da Melhor Área

O entorno do município de Limeira, definido como Macrozona Rural de Produção Agropecuária (MZR-PA 2,3), é predominantemente composto por

Tabela 3.2. Critérios de ordem técnica utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU

Critérios	Observações
Uso do Solo	As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural (agrícola) ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
Proximidade a cursos d'água	As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual.
Proximidade a núcleos residenciais urbanos	As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.
Proximidade a aeroportos	As áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitar a legislação em vigor.
Distância do lençol freático	As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes: Para aterros com impermeabilização inferior por meio de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro. Para aterros com impermeabilização inferior por meio de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10-6cm/s.
Vida útil mínima	É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.
Permeabilidade do solo	É desejável que o solo do terreno selecionado tenha uma certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
Extensão da bacia de drenagem	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
Facilidade de acesso a veículos pesados	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento mesmo na época de chuvas muito intensas.
Disponibilidade de material de cobertura	Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura do lixo a baixo custo.

Tabela 3.3. Critérios de ordem econômico-financeiros utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU

Critérios	Observações
Distância ao centro geométrico de coleta	É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte do lixo.
Custo de aquisição do Terreno	Se o terreno não for de propriedade da prefeitura, deverá estar, preferencialmente, em área rural, uma vez que o seu custo de aquisição será menor do que o de terrenos situados em áreas industriais.
Custo de investimento em construção e infraestrutura	É importante que a área escolhida disponha de infra-estrutura completa, reduzindo os gastos de investimento em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e telefonia.
Custos com a manutenção do sistema de drenagem	A área escolhida deve ter um relevo suave, de modo a minimizar a erosão do solo e reduzir os gastos com a limpeza e manutenção dos componentes do sistema de drenagem.

propriedades rurais que se alternam em tamanho, relevo, tipo de solo e cultivo. É também relevante a variação da expressividade de recursos naturais ora associados (flora e recursos hídricos).

Durante a análise e hierarquização das alternativas locais, foram excluídas aquelas que apre-

sentaram fatores restritivos marcantes tais como:

- 1) proximidade com núcleos habitacionais de alta densidade demográfica;
- 2) locais de passagem do gasoduto Brasil-Bolívia;
- 3) locais cujo solo apresenta textura muito arenosa;
- 4) locais que exigem investimento pesado em obras de infra-estrutura,

Tabela 3.4. Critérios de ordem político-sociais utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU

Critérios	Observações
Distância de núcleos urbanos de baixa renda	Aterros são locais que atraem pessoas desempregadas, de baixa renda ou sem outra qualificação profissional, que buscam a catação do lixo como forma de sobrevivência e que passam a viver desse tipo de trabalho em condições insalubres, gerando, para a prefeitura, uma série de responsabilidades sociais e políticas. Por isso, caso a nova área se localize próxima a núcleos urbanos de baixa renda, deverão ser criados mecanismos alternativos de geração de emprego e/ou renda que minimizem as pressões sobre a administração do aterro em busca da oportunidade de catação. Entre tais mecanismos poderão estar iniciativas de incentivo à formação de cooperativas de catadores, que podem trabalhar em instalações de reciclagem dentro do próprio aterro ou mesmo nas ruas da cidade, de forma organizada, fiscalizada e incentivada pela prefeitura.
Acesso à área por meio de vias com baixa densidade de ocupação	O tráfego de veículos transportando lixo é um transtorno para os moradores das ruas por onde estes veículos passam, sendo desejável que o acesso à área do aterro passe por locais de baixa densidade demográfica.
Inexistência de problemas com a comunidade local	É desejável que, nas proximidades da área selecionada, não tenha havido nenhum tipo de problema da prefeitura com a comunidade local, com organizações não-governamentais (ONG's) e com a mídia, pois esta indisposição com o poder público irá gerar reações negativas à instalação do aterro.

Tabela 3.5. Prioridades relativas aos critérios utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU

Critérios	Prioridade
Atendimento ao SLAP* e à legislação ambiental em vigor	1
Atendimento aos condicionantes político-sociais	2
Atendimento aos principais condicionantes econômicos	3
Atendimento aos principais condicionantes técnicos	4
Atendimento aos demais condicionantes econômicos	5
Atendimento aos demais condicionantes técnicos	6

\* Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras

como pavimentação de vias de acesso e construção de pontes; e 5) locais muito distantes do centro gerador de resíduos. Após a eliminação imediata desses locais, outros também impuseram restrições como área insuficiente para a implantação do empreendimento, cuja consequência está atrelada a diminuição de sua vida útil.

Diante do acima exposto, este estudo definiu quatro alternativas locais que permitiram a aplicação dos critérios de avaliação e a subsequente hierarquização. Estes locais foram avaliados em termos ambientais, no qual possibilitou o desenvol-

Tabela 3.6. Peso atribuído às prioridades de critérios utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU

Prioridade dos critérios	Peso
1	10
2	6
3	4
4	3
5	2
6	1

Tabela 3.7. Peso atribuído aos tipos de atendimento dos critérios utilizados para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP. Fonte: SEDU

Tipo de atendimento	Peso
Total	100%
Parcial com obras	50%
Não atendido	0%

vimento das tabelas de hierarquização de alternativas locais atendendo-se os critérios anteriormente exposto

A seguir é apresentada a distribuição espacial das áreas-alvo do estudo de alternativas locais para a implantação do empreendimento no município de Limeira, SP, segundo o Plano Diretor Territorial e Ambiental de 2009 e outras restrições supracitadas (Figura 3.2).



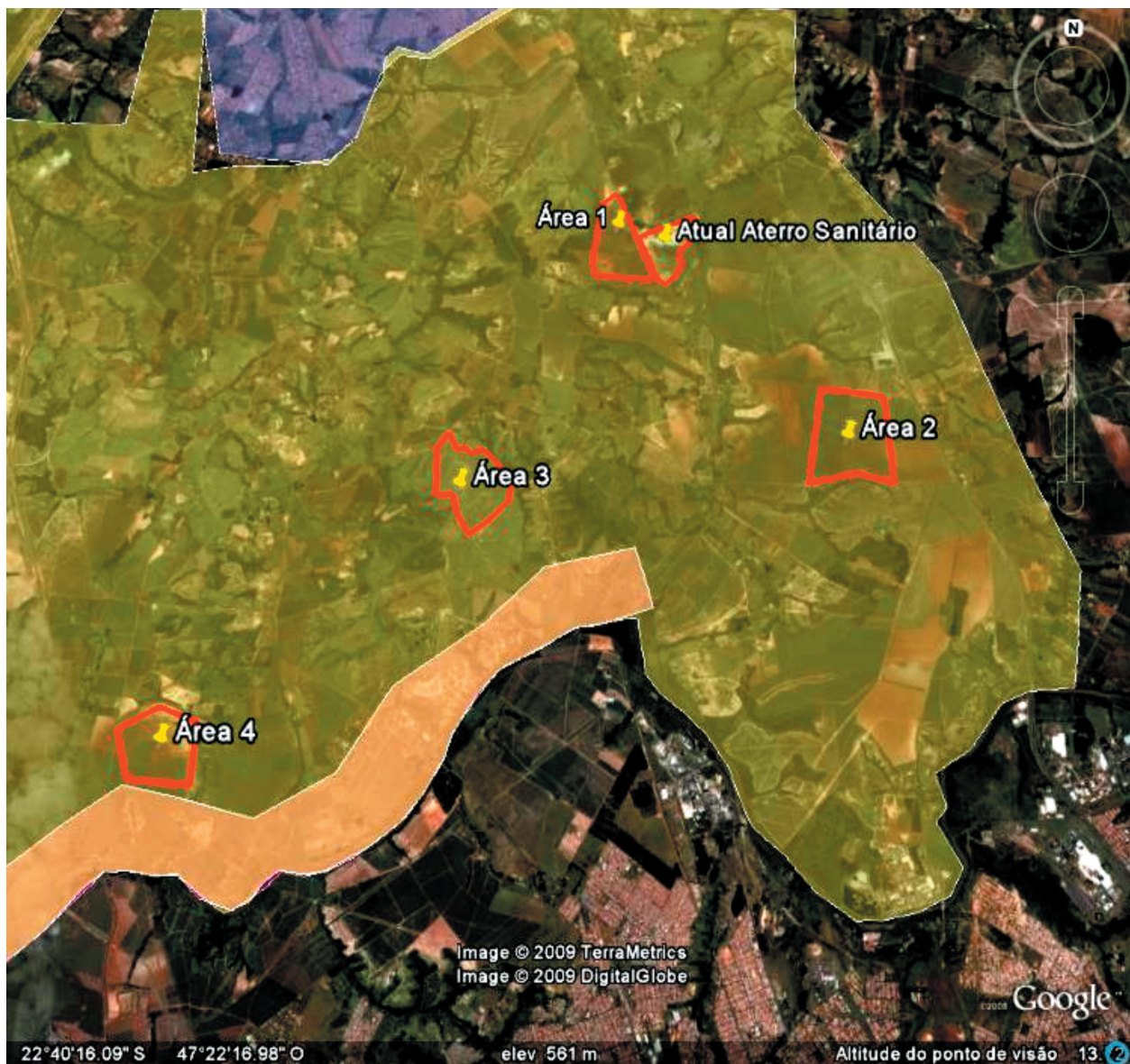


Figura 3.2. Distribuição espacial das alternativas locais no município de Limeira, SP, de acordo o Plano Diretor Territorial e Ambiental de 2009.

A área 1 (Figura 3.2), corresponde à gleba previamente selecionada no Plano de Trabalho para elaboração do EIA/RIMA pela Prefeitura Municipal de Limeira, SP.

As outras localidades apresentam-se distribuídas pela MZR-PA 2,3 e estão ilustradas nas Figuras 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6.

As Tabelas apresentadas a seguir (3.8 e 3.9) mostram a classificação e hierarquização das alternativas locais supracitadas.

Diante dos resultados, verifica-se que as áreas um e dois obtiveram a mesma pontuação no processo de hierarquização, enquanto que a área três

foi a menos favorável e a área quatro obteve uma posição intermediária, segundo os critérios técnicos, econômico-financeiros e político-sociais.

É importante ressaltar a intenção, por parte da administração municipal, de implantação de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) única para tratamento simultâneo do chorume gerado tanto pelo aterro que será desativado quanto do chorume gerado pelo novo aterro sanitário objeto desse processo de licenciamento. De acordo com o previsto no projeto conceitual, a ETE será implantada junto às lagoas de acúmulo de chorume do aterro que será desativado. A proximidade física deste aterro



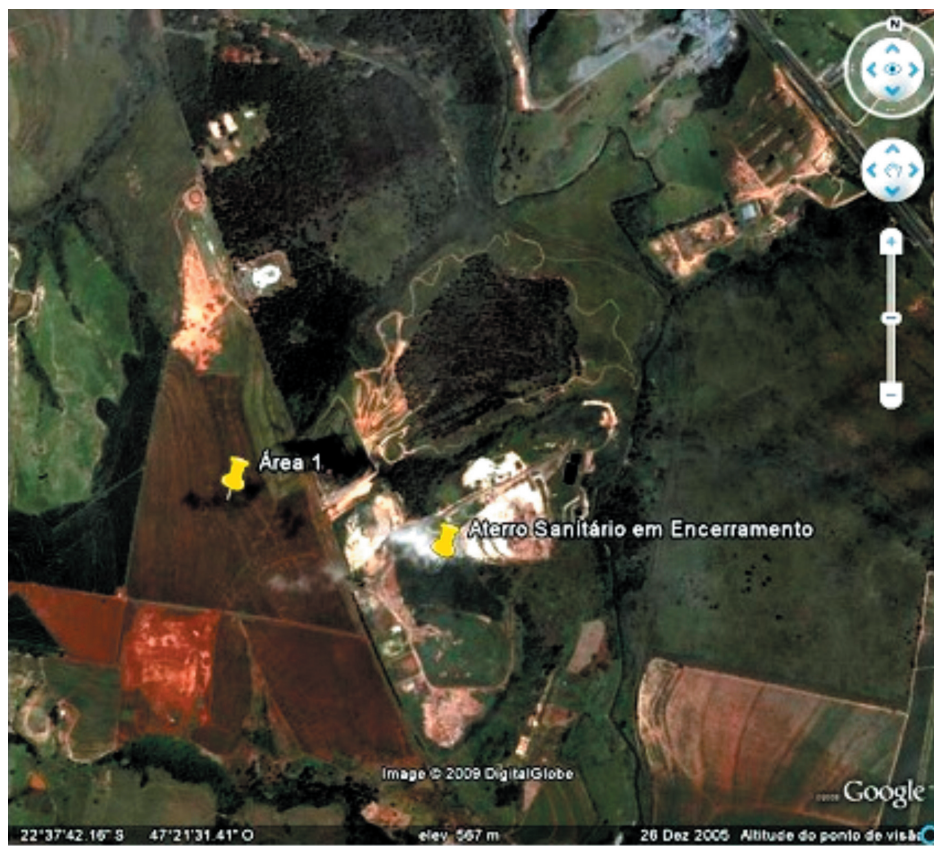


Figura 3.3. Área 1, localizada em frente ao atual aterro em fase de encerramento.

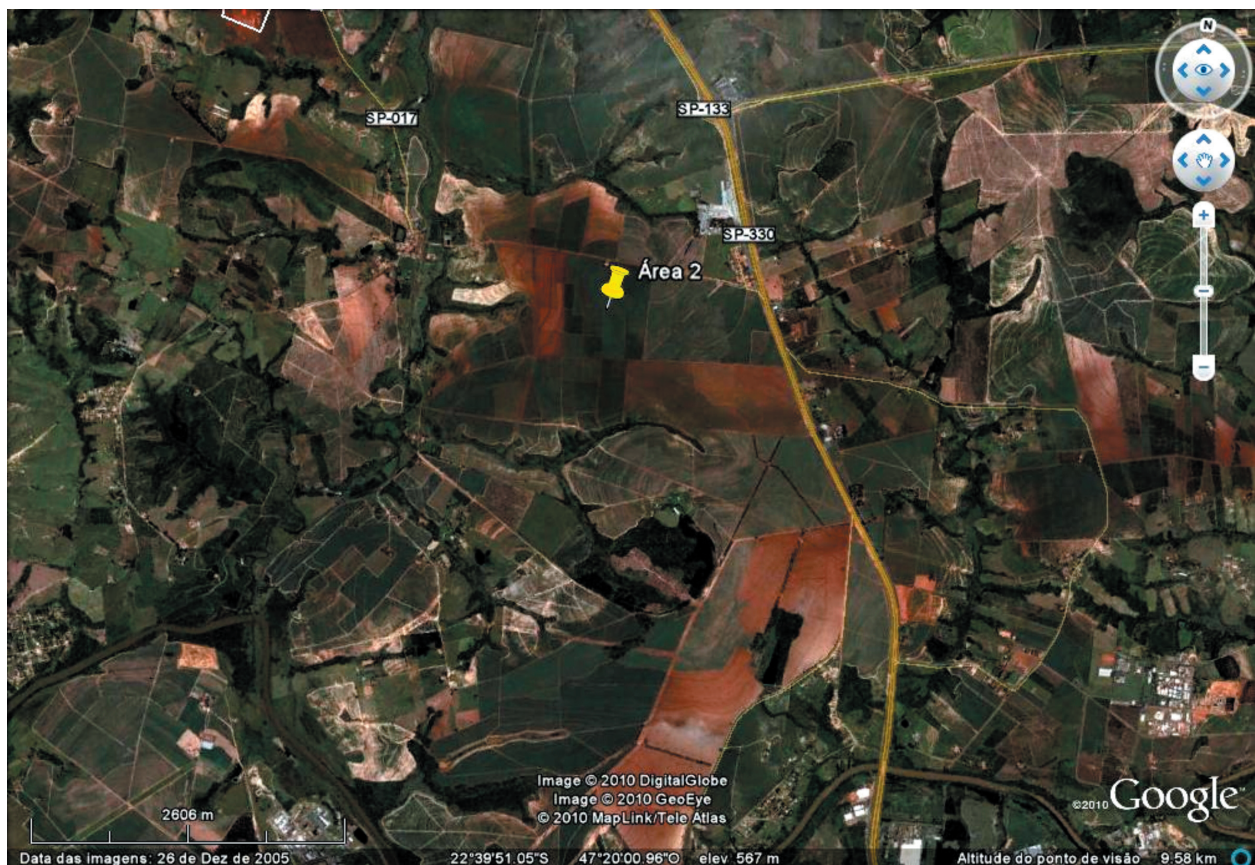


Figura 3.4. Área 2, previamente selecionada para estudo de alternativas locais para implantação do empreendimento.





Figura 3.5. Área 3, previamente selecionada para estudo de alternativas locais para implantação do empreendimento.



Figura 3.6. Área 4, previamente selecionada para estudo de alternativas locais para implantação do empreendimento.

Tabela 3.8. Pontos de prioridade e atendimento utilizados na classificação e hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP.

Critérios	Pontos de Prioridade	Pontos do Atendimento			
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
Proximidade a cursos d'água	1	T	PT	PT	PT
Proximidade a núcleos residenciais	1	T	NT	T	T
Proximidade a aeroportos	1	NT	NT	NT	NT
Distância de núcleos de baixa renda	2	PT	PT	PT	PT
Vias de acesso com baixa ocupação	2	T	T	T	T
Problemas com a comunidade local	2	PT	PT	PT	PT
Aquisição do terreno	3	NT	NT	NT	NT
Investimento em infra-estrutura	3	T	T	PT	PT
Vida útil mínima	4	T	T	T	T
Uso do solo	4	T	T	T	T
Permeabilidade do solo natural	4	T	T	NT	PT
Acesso a veículos pesados	4	T	T	NT	T
Material de cobertura	4	PT	PT	PT	PT
Distância ao centro de coleta	6	T	PT	NT	PT

T = totalmente atendido; PT = parcialmente atendido; NT = não atendido

Tabela 3.9. Ponderação quali-quantitativa dos critérios para a hierarquização das alternativas locais no município de Limeira, SP.

Critérios	Pontos de Prioridade	Pontos do Atendimento				Pontuação das Áreas			
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
Proximidade a cursos d'água	10	100%	100%	50%	50%	10	10	5	5
Proximidade a núcleos residenciais	10	100%	100%	0%	100%	10	10	0	10
Proximidade a aeroportos	10	0%	0%	0%	0%	0	0	0	0
Distância de núcleos de baixa renda	6	50%	50%	50%	50%	3	3	3	3
Vias de acesso com baixa ocupação	6	100%	100%	100%	100%	6	6	6	6
Problemas com a comunidade local	6	50%	50%	50%	50%	3	3	3	3
Aquisição do terreno	4	0%	0%	0%	0%	0	0	0	0
Investimento em infra-estrutura	4	100%	100%	100%	50%	4	4	4	2
Vida útil mínima	2	100%	100%	100%	100%	2	2	2	2
Uso do solo	2	100%	100%	100%	100%	2	2	2	2
Permeabilidade do solo natural	2	100%	100%	100%	0%	2	2	2	0
Acesso a veículos pesados	2	100%	100%	100%	0%	2	2	2	0
Material de cobertura	2	50%	50%	50%	50%	1	1	1	1
Distância ao centro de coleta	1	100%	100%	50%	0%	1	1	0,5	0
<b>TOTAL</b>						<b>46</b>	<b>46</b>	<b>30,5</b>	<b>34</b>

com a área um, destinada ao novo aterro sanitário, permitirá o bombeamento do chorume gerado pelo novo aterro sanitário para a ETE única, onde sofrerá tratamento simultâneo. Esta abordagem incorpora valores de ordem econômico-financeiro que acarreta num desvio na relação custo-benefício em direção à área um, em detrimento às outras áreas potenciais para implantação do empreendimento. Diante dessa circunstância, este estudo conclui que a área um é a melhor área para a implantação do empreendimento objeto desse licenciamento.

### 3.5. JUSTIFICATIVA TECNOLÓGICA

O acúmulo do conhecimento ecológico dos efeitos deletérios causados pelos impactos ambientais de origem antrópica vêm impondo restrições mais drásticas no que diz respeito ao uso dos recursos naturais. Como resultado, houve um aprimoramento das técnicas utilizadas para a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos no Brasil. Atualmente, as formas de disposição final de resíduos mais criteriosas são os aterros sanitários. Esse tópico visa apresentar sumariamente os tipos de aterros e prover sumariamente suas caracterizações.

#### 3.5.1. Aterros Sanitários

Os aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos é a técnica de disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo sem causar prevenindo danos à saúde pública, à segurança, mitigando os impactos ambientais. Estes métodos utilizam princípios de engenharia para confinar os resíduos na área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário, contemplando ainda todas as instalações fundamentais ao pleno funcionamento, controle sanitário e ambiental durante as fases de operação e encerramento (NBR-8419, IPT 1995).

Apesar de apresentarem-se como a forma de destinação mais barata e conhecida, os aterros sani-

tários não se prestam a destinação final de resíduos classificados como industriais Classe I (perigosos) e aqueles provenientes do sistema de saúde devem sofrer pré-tratamento (incineração, inertização, encapsulamento, entre outras técnicas) e/ou acondicionamento especial (CETESB 1991).

Este tipo de empreendimento apresenta como vantagens, o investimento relativamente menor para sua instalação e operação em comparação com processos de compostagem e incineração, rapidez de implantação e riscos ambientais bem controlados. Por outro lado, as principais desvantagens são condizentes com o rigor para a seleção do local destinado a sua implantação, controle operacional dentro dos padrões sanitários estabelecidos e riscos de ocorrência de poluição de corpos d'água.

Considerando as técnicas de disposição final de resíduos, os aterros sanitários podem ser classificados em Valas, Trincheiras, de superfície ou de preenchimento de depressões.

**Os Aterros Sanitários em Valas** dispõem os resíduos em valas com dimensões reduzidas. Dado o seu dimensionamento, esta técnica é mais apropriada para pequenas comunidades. De acordo com tal técnica, os resíduos são lançados diretamente valas escavadas e recobertos imediatamente com solos provenientes das próprias escavações (Figura 3.7).

**Os Aterros Sanitários em Trincheiras** utilizam-se de técnica semelhante aos aterros em valas, tendo como ponto diferencial as demandas pouco superiores e em situação preferencial onde se disponha de trator de esteira, além de retro-escavadeira, para a operação. Desta forma, o dimensionamento das trincheiras é determinado em função da quantidade de resíduos a ser aterrada e da vida útil requerida. Os aterros em trincheiras de grandes dimensões são operados como um aterro convencional em relação ao recobrimento diário, encerramento de células, sistema de impermeabilização de base entre outras características (Figura 3.8).

**Os Aterros Sanitários de Superfície** é uma solução utilizada quando a topografia, fatores hidrogeológicos e a demanda impõem restrições à operacionalidade de escavações, o que resulta na





Figura 3.7. Aterro Sanitário em Valas



Figura 3.8. Aterro sanitário em trincheiras, evidenciando o sistema de impermeabilização de base com manta PEAD e queima de gases.

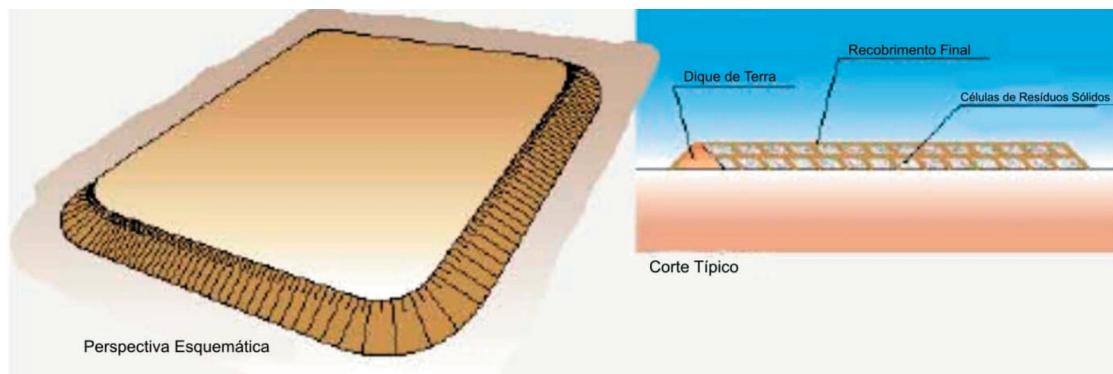


Figura 3.12. Aterro sanitário de superfície

constituição de células acima da superfície (Figura 3.11).

Para esses casos, a operação se inicia pela constituição de diques iniciais em solo ou com os resíduos, em segmento inicial da célula, sendo que os solos normalmente são obtidos de outras áreas.

Por fim, conforme o próprio nome indica, os **Aterros Sanitários de Preenchimento de Depressões** consiste no preenchimento de fundos ou depressões naturais, áreas de pedreiras ou áreas de empréstimos de solos. Atualmente, dado ao desenvolvimento de grande conjunto de técnicas de engenharia e sistemas de proteção ambiental torna essa solução perfeitamente viável

Atualmente, o aterro sanitário é internacionalmente a alternativa econômica, técnica e ambientalmente mais viável para a disposição final de resíduos sólidos urbanos. Desta forma, considera-se justificada a escolha de aterro sanitário como alternativa tecnológica para a disposição dos resíduos gerados no município de Limeira – SP.

### 3.6. ALTERNATIVA DE NÃO IMPLANTAÇÃO

Objetivando a complementação do estudo de alternativas locais para a implantação do Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II A e a Unidade de Redução de Volume no município de Limeira, SP, cabe analisar a alternativa de não implantação do empreendimento.

Como apresentado anteriormente o município de Limeira produz, considerando apenas os resíduos sólidos domiciliares, cerca de 160,1 ton./dia (CETESB, 2008) que são dispostas no atual aterro, cuja vida útil se encontra próximo de seu esgotamento. Dadas a expectativa de crescimento populacional e a participação crescente do setor industrial do município no PIB estadual (SEADE 2009) espera-se um aumento significativo da geração de resíduos no município nos anos subseqüentes. Em não se havendo área municipal legalizada com capacidade suficiente para disposição dessa demanda de resíduos, poderá incentivar a disposição dessa massa residual em locais impróprios, o que, em última instância, irá agravar a problemática ambiental no município. Alternativamente, a disposição final de resíduos sólidos gerados no município teria como destino a ESTRE em Paulínia. Dada a inviabilidade econômica frente a alternativa da realização do empreendimento, este fato iria contribuir acrescentar uma evasão monetária no setor industrial. A análise histórica da tributação no setor já mostra os efeitos deletérios desse fenômeno cujo resultado implica na perda de postos de trabalho e renda. Certamente, estas são consequências mais dispendiosas para o município em termos sócio-ambientais. Diante desse fato, a não implantação do empreendimento proposto acabaria por perpetuar a problemática ambiental da disposição final de resíduos, além de comprometer a qualidade de vida da população. Por esses motivos, a não implantação do empreendimento proposto pode agravar problemas em curto, médio e longo prazo.



## 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E ASPECTOS METEOROLÓGICOS LOCAIS

Os aspectos climáticos são responsáveis pelo transporte, diluição e transformação dos poluentes emitidos. O clima na região da bacia hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, sofre influência das massas de ar atlânticas polares e tropicais, provocando diferenças regionais dadas pela distância em relação ao mar e por fatores topoclimáticos, como as serras do Japi e de São Pedro.

De modo geral, o clima é do tipo quente, temperado e chuvoso.

Na bacia PCJ, o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e abril, e o de estiagem, entre maio e setembro. Os índices de precipitação pluviométrica, na média, variam entre 1.200 e 1.800mm anuais.

Entretanto, nos trechos das cabeceiras dos cursos formadores do rio Piracicaba, na região da Mantiqueira, a leste de Bragança Paulista, ocorrem as maiores precipitações pluviométricas, cujos índices superam os 2.000mm anuais.

Esses índices caem para 1.400mm e 200mm, nos cursos médios e baixos, respectivamente.

Na região mais a oeste, a temperatura aumenta e a precipitação diminui, ficando a média próxima de 1.300mm. As chuvas convectivas são favorecidas pela presença da serra de São Pedro, que facilita a formação de cúmulos-nimbos.

Na área afeta ao empreendimento, os aspectos climáticos da região foram levantados com base nos dados do município de Piracicaba, em função de uma maior disponibilidade de dados e por sua localização poder representar satisfatoriamente as condições climáticas de Limeira.

Piracicaba e Limeira estão situadas no compartimento do relevo paulista denominado

Depressão Periférica Paulista, com uma altitude média de 554 metros.

O regime pluviométrico é tipicamente tropical, com um período chuvoso entre outubro e abril, e um período de estiagem, entre maio e setembro, variando localmente o início e o término de cada um dos períodos.

Climatologicamente, a área pode ser classificada como tropical de altitude, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média anual é de 21,6°C, com a média das mínimas no mês mais frio de 9,6°C e a média das máximas no mês mais quente de 30,3°C. A precipitação média anual é de 1.276mm, com 78% ocorrendo nos meses de outubro a março.

Com relação aos ventos, os dados da estação meteorológica instalada na Escola Luiz de Queiroz, em Piracicaba possibilitou a representação da direção, velocidade e frequência, na região, indicada na Figura 4.1.

### 4.2 QUALIDADE DO AR

#### 4.2.1. Avaliação da qualidade do ar e unidades de gerenciamento ambiental

Até 2007 as análises e avaliações da qualidade do ar realizadas pela CETESB eram feitas levando em conta a divisão do Estado em Região Metropolitana de São Paulo, Interior e Cubatão. A partir de 2007 adotou-se um novo procedimento baseado na divisão do Estado em regiões representadas pelas 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UGRHs. A razão da mudança deveu-se à necessidade de uniformização e integração do processo de avaliação da qualidade ambiental e de consolidação das informações dos diversos meios. Dentro desta nova abordagem, a avaliação da qualidade do ar passou a tratar de forma integrada os problemas advindos das diferentes vocações sócio-econômicas de cada região do Estado, incorporando as informações de maior interesse a cada uma

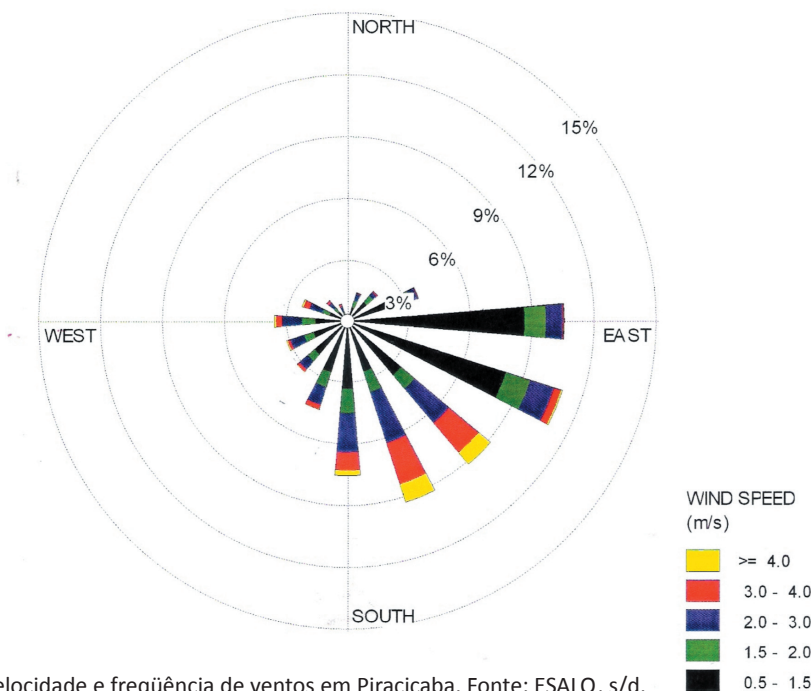


Figura 4.1. Direção, velocidade e frequência de ventos em Piracicaba. Fonte: ESALQ, s/d.

delas, como os impactos das emissões de atividades industriais, de serviços e comércio e de queima de palha de cana-de-açúcar.

A Figura 4.2 mostra as 22 UGRHIs do Estado de São Paulo e suas respectivas classificações em termos das atividades prioritárias (vocacionais).

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual nº 9.034/94 em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs. As UGRHIs estão estruturadas no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal. As UGRHIs estão agrupadas em quatro unidades vocacionais, que são: Industrial, em Industrialização, Agropecuária e Conservação.

#### 4.2.2. Localização do empreendimento

A área pretendida para implantação do empreendimento situa-se na porção sul do município de Limeira, distante cerca de 8km do centro. Ao sul do local encontram-se os municípios de Americana e Santa Bárbara do Oeste e, a oeste, Piracicaba (Figura 4.3). A região pertence à UGRHI 5 (Piracica-

ba/Capivari/Jundiaí), classificada como unidade de vocação industrial (Figura 4.4).

As Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista e os Aglomerados Urbanos de Piracicaba-Limeira (12 municípios), São José dos Campos (10 municípios) e de Sorocaba-Jundiaí (13 municípios), que pertencem a essa Unidade Vocacional, formam uma rede metropolitana integrada, com funções produtivas complementares, que atualmente é denominada Macrometrópole Paulista. Esta macrometrópole composta por 102 municípios possui cerca de 70% da população do Estado e produz cerca de 80% do PIB estadual (CETESB, 2010). Ela engloba as UGRHIs 2, 5, 6 e 10 (Figura 4.2).

As cidades que mais se destacam na UGRHI 5, em termos das fontes de emissão de poluentes atmosféricos, são Campinas, em função das fontes veiculares, e Paulínia devido ao pólo industrial. Todavia há de se fazer menção a Piracicaba, Limeira e Jundiaí por seus aspectos industriais e de serviços.

As principais atividades econômicas da unidade estão voltadas para os setores de telecomunicações e informática, montadoras de automóveis, refinaria de petróleo, papel e celulose, alimentos, usinas sucroalcooleiras, produtos alimentícios e têxtil. No

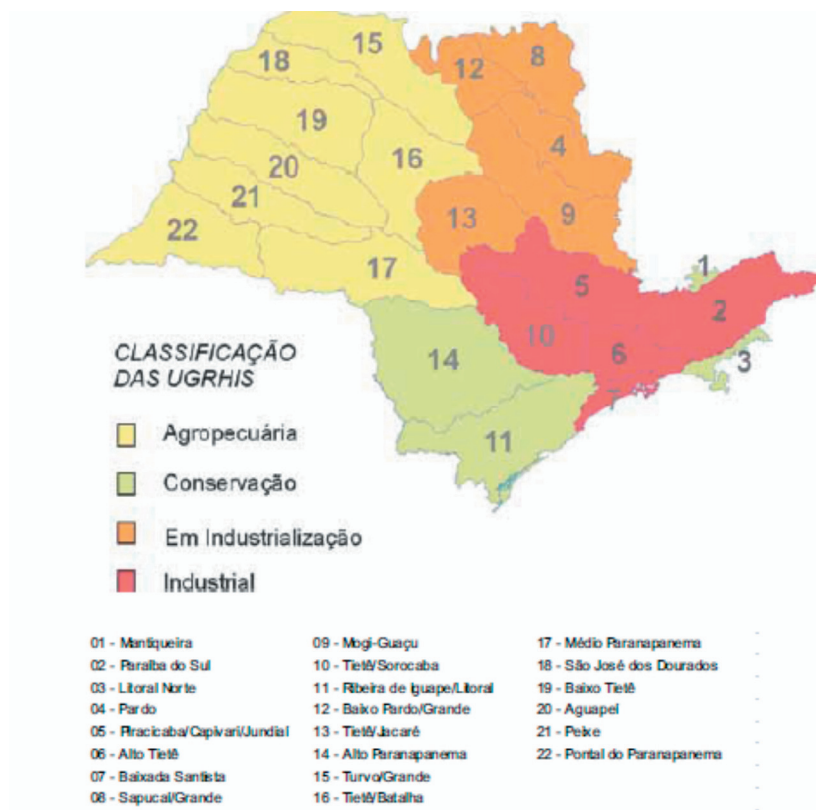


Figura 4.2. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIS e Unidade Vocacional. Fonte: CETESB, 2010.

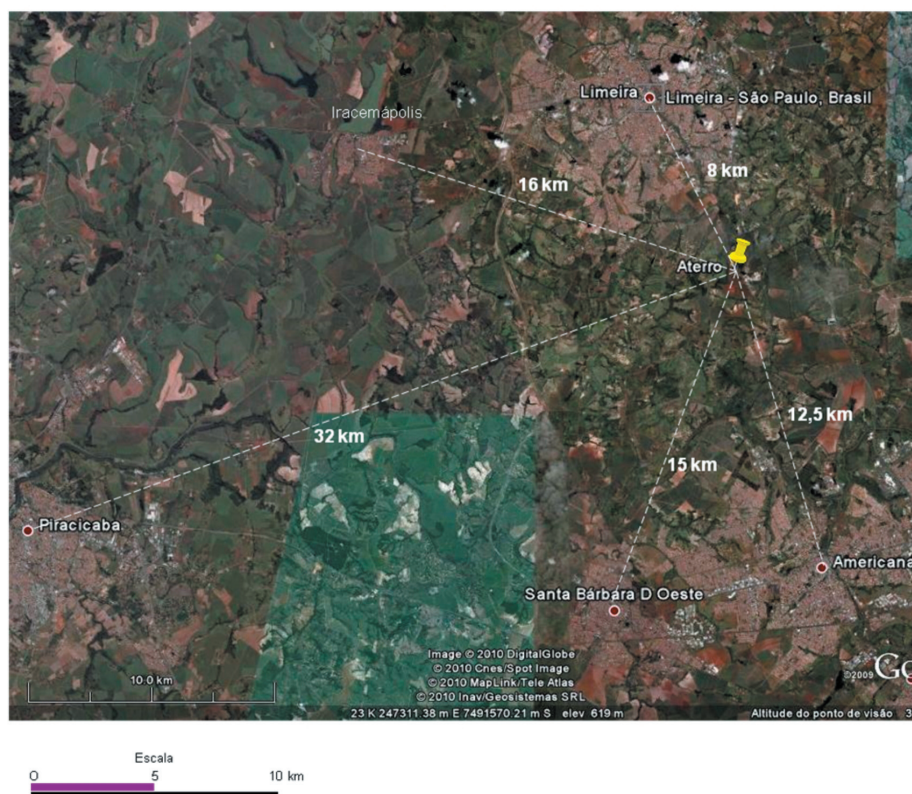


Figura 4.3. Localização do Empreendimento.



UGRHI5

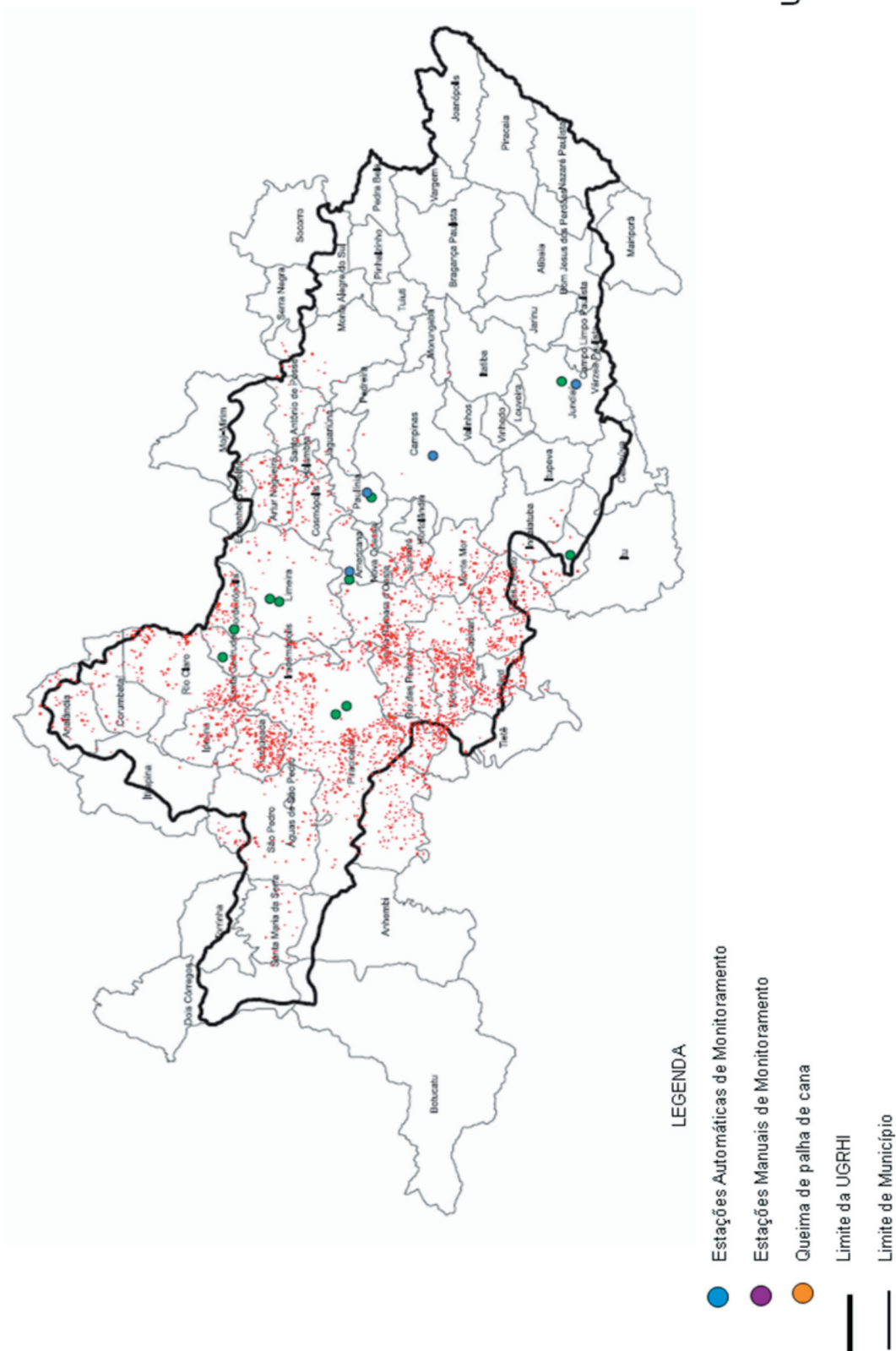


Figura 4.4. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 5

setor primário, a cana-de-açúcar é a lavoura predominante, seguida por citricultura e hortifruticultura.

A UGRHI 5 conta com seis estações automáticas fixas: em Americana, Campinas, Jundiaí, Paulínia, Paulínia – Sul e Piracicaba, além de estações manuais em Americana, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Salto e Santa Gertrudes.

#### 4.2.3. Ocupação nos arredores do empreendimento

O local do empreendimento encontra-se em área com baixa densidade de ocupação, predominando espaços abertos.

Junto à lateral norte do empreendimento existe um clube de aeromodelismo; na lateral centro-leste uma pista de “kart” e uma para “motocross”, além de atividade de mineração.

Não de identifica, em um raio de 2km do empreendimento, nenhuma atividade com emissões

atmosféricas com potencial para alterar significativamente a qualidade do ar.

A Figura 4.5 é uma visão aérea dos arredores do empreendimento, evidenciando a ausência de fontes significativas de poluição do ar.

#### 4.2.4. A localização do empreendimento sob o prisma da legislação estadual de controle da poluição ambiental

O Estado de São Paulo possui áreas com diferentes características e vocações econômicas que demandam diferentes formas de monitoramento e controle da poluição. O marco legal relacionado ao gerenciamento da qualidade do ar no Estado de São Paulo está amparado pelo Decreto Estadual nº. 8.468/76, que regulamenta o controle da poluição do meio ambiente. Algumas de suas alterações mais importantes estão nos Decreto nº. 48.523/04 (“Decreto de Bacia Aérea”), Decreto nº. 50.753/06,

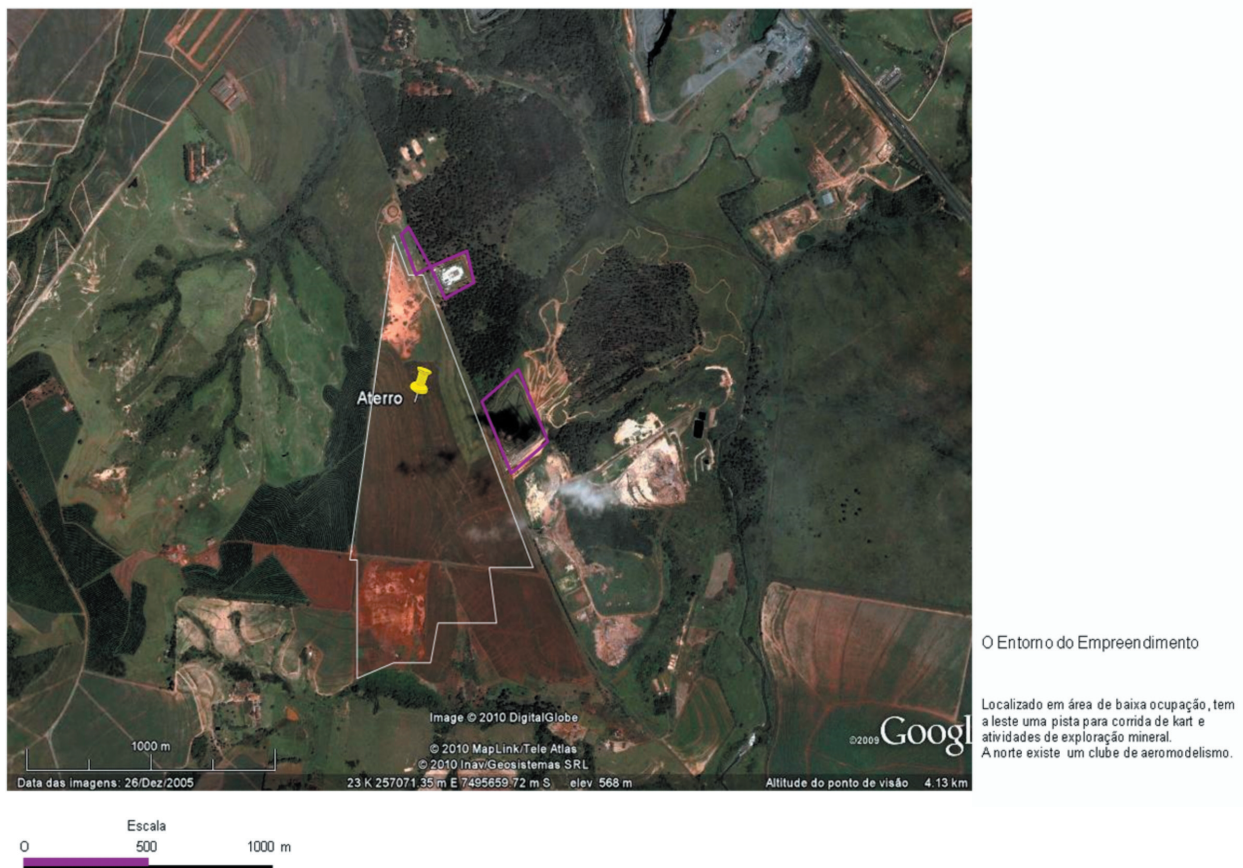


Figura 4.5. Vista aérea do entorno do Empreendimento

Decreto nº. 52.469/07 e Resolução SMA nº. 61/09, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SMA/SP).

Segundo esta legislação, considera-se uma área saturada quando a média aritmética das médias anuais ou diárias de um poluente ultrapassar o Padrão de Qualidade do AR durante um determinado período de tempo. O grau de saturação classifica os municípios abrangidos pela rede de monitoramento da CETESB em: i) saturados e ii) em vias de saturação. As áreas consideradas saturadas são qualificadas em termos de severidade como: i) saturação severa e ii) saturação moderada. Nas Regiões ou Sub-Regiões ainda não consideradas saturadas, será vedado ultrapassar qualquer valor máximo dos padrões de qualidade do ar.

Em face do grau de saturação de uma região os novos empreendimentos ficam sujeitos a regras específicas de licenciamento ambiental conforme os critérios estabelecidos em legislação (D.E. 8468/76 e suas alterações).

Limeira, onde se localiza o empreendimento, está em área considerada saturada para material particulado e ozônio (Figura 4.6).

#### 4.2.5. Estações de monitoramento da qualidade do ar na UGRHI 5

De acordo com o Relatório anual da CETESB "Qualidade do Ar no Estado de São Paulo", edição de 2010, as estações automáticas de amostragem da qualidade do ar existentes na UGRHI 5 localizam-se em Americana, Campinas e Paulínia, avaliando material particulado ( $MP_{10}$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), óxido de nitrogênio (NO), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ), monóxido de carbono (CO), ozônio ( $O_3$ ) e parâmetros meteorológicos como umidade relativa (UR), temperatura do ar (TEMP), direção do vento (DV), velocidade do vento (W), pressão atmosférica (P) e radiação solar (RAD). Ainda, segundo o mencionado relatório da CETESB, as

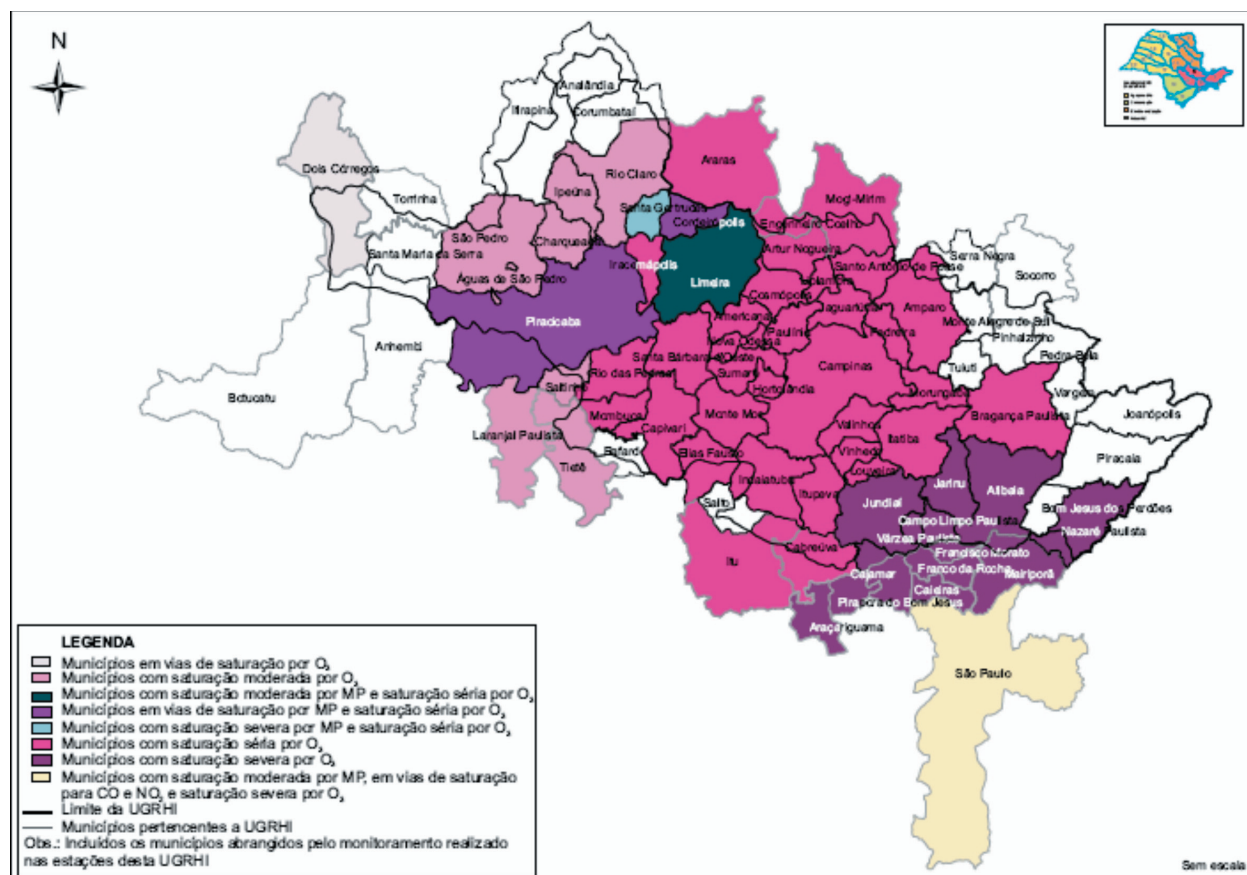


Figura 4.6. Classificação dos municípios segundo o grau de saturação



estações manuais de amostragem da qualidade do ar localizadas na UGRHI 5 estão localizadas em Americana, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Salto e Santa Gertrudes, amostrando fumaça (FMC), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), material particulado (MP10) e poeira total em suspensão, como indicado na Tabela 4.1.

A Figura 4.7 mostra a localização relativa das estações amostradoras da qualidade do ar localizadas em um raio de até 15km do empreendimento.

#### 4.2.6. Qualidade do ar na UGRHI 5

Os municípios da UGRHI Piracicaba/Capivari/Jundiaí, pertencentes à Unidade Vocacional Industrial e que possuem estações de monitoramento, estão localizados em área do Estado que possui relevos com feições pouco complexas, como as de Campinas, Piracicaba, Paulínia e Americana. As características de relevo influem

nas condições climáticas de cada município, como se pode observar na circulação dos ventos em cada município. Em Paulínia o percentual de calmaria é da ordem de 8%; em Jundiaí e Piracicaba, as calmarias são praticamente nulas e as direções de ventos predominantes, de um modo geral, são de este para sudeste. Em relação às emissões atmosféricas essas cidades possuem fontes de emissões industriais peculiares, como nos casos de Paulínia, Piracicaba, Santa Gertrudes e Limeira, emissões provenientes da queima de palha de cana, caso de Piracicaba, e de fontes veiculares, principal fonte de emissões atmosféricas em Campinas.

A qualidade do ar, conforme monitorada pela CETESB, pode ser descrita por meio do comportamento no tempo das concentrações dos poluentes avaliados, lembrando sempre da influência direta, nesse comportamento, dos aspectos meteorológicos locais, do posicionamento das estações amostradoras, dos métodos de coleta e análise e dos períodos de amostragem.

Tabela 4.1. Localização das estações e parâmetros monitorados pela rede manual da CETESB: UGRHI 5 (Fonte: CETESB, 2010)

UGRHI	Localização das estações	Parâmetros				
		MP <sub>2,5</sub>	FMC	SO <sub>2</sub>	MP <sub>10</sub>	PTS
5	Americana		X	X		
	Campinas			X		
	Cordeirópolis					X
	Cosmópolis			X		
	Jundiaí		X	X		
	Jundiaí – Vila Arens			X		
	Limeira		X	X		
	Limeira – Boa Vista				X	
	Limeira – Ceset			X		
	Paulínea			X		
	Paulínea – Bairro Cascata			X		
	Paulínea – Santa Terezinha			X		
	Piracicaba		X	X		
	Piracicaba – Algodão				X	
	Salto		X	X		
	Santa Gertrudes				X	
TOTAL UGRHI 5			5	12	3	1



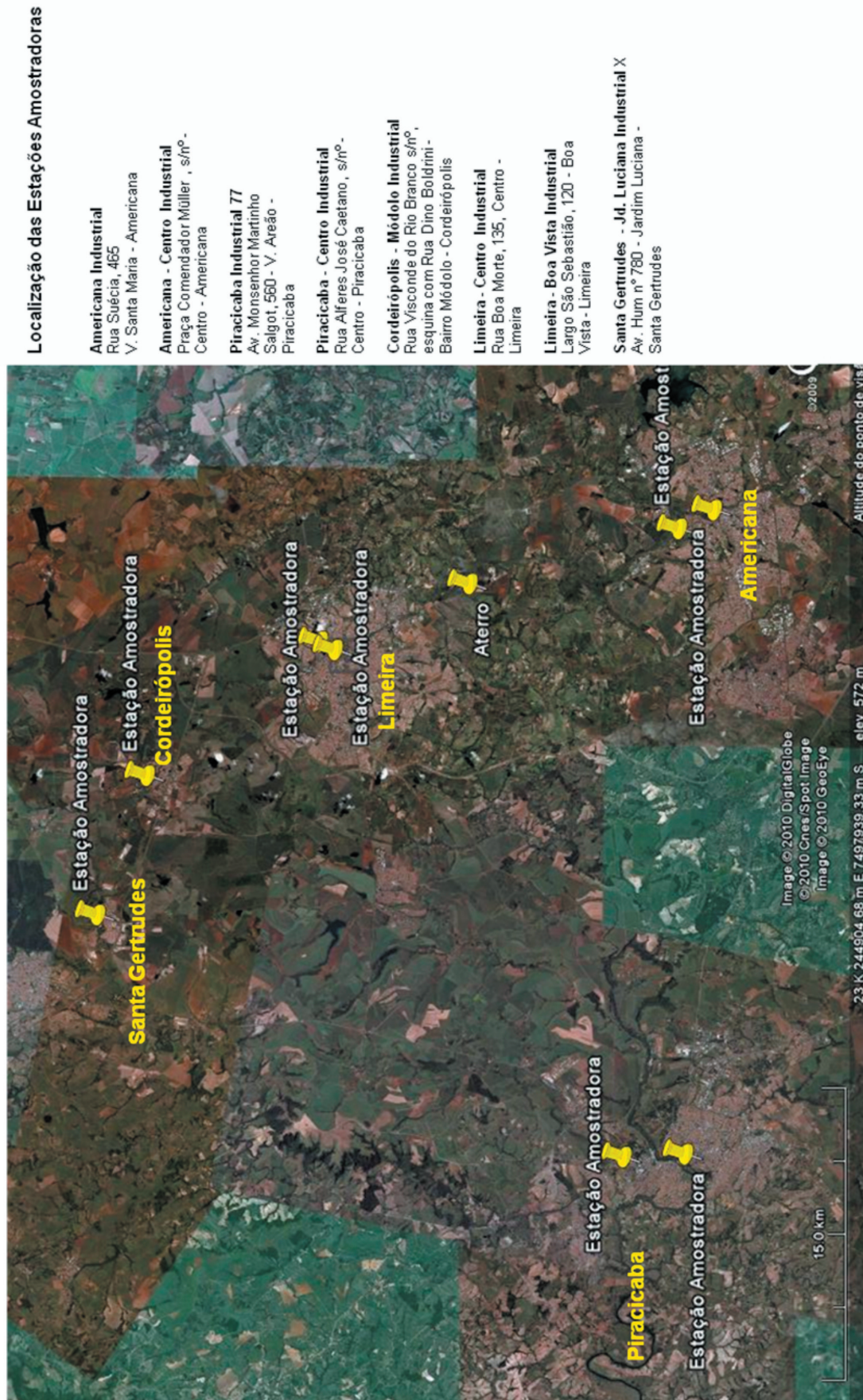


Figura 4.7. Localização das estações amostradoras

## 4.2.7. Material Particulado – MP10

### 4.2.7.1. Valores diários

As concentrações diárias máximas, obtidas na região indicam uma única ocorrência de ultrapassagem do padrão diário de partículas inaláveis ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dentre as estações, como indicado na Figura 4.8. Esta única ultrapassagem do padrão ocorreu na estação manual de Santa Gertrudes-Jardim Luciana.

Observa-se a existência, em Santa Gertrudes, de diversas indústrias de pisos cerâmicos, cujas atividades são fontes potenciais de material particulado para a atmosfera.

Em Limeira, a segunda maior concentração diária de MP, os dados medidos refletem as condições de ocupação do solo ao redor da estação, das atividades produtivas e dos veículos.

Ainda no caso específico de Limeira, a Figura 4.9 aponta um crescimento no percentual de qualidade Boa desde 2005, muito embora não se possa considerar uma tendência.

### 4.2.7.2. Valores anuais

A Figura 4.10 reúne dados das estações de monitoramento localizadas nos diversos municípios que compõem as UGRHs 2, 5 e 10<sup>1</sup>. Como se pode verificar, somente a estação de Santa Gertrudes-Jardim Luciana ultrapassou o PQAr anual. Limeira é a primeira das cidades do elenco com média anual se aproximando ao padrão anual. Estes valores refletem as condições existentes nos municípios, conforme mencionado na análise dos dados diários de MP.

### 4.2.7.3. Tendências

Na Figura 4.11 estão desenhadas as variações das concentrações de MP ao longo dos anos nas estações das UGRHs 2, 5 e 10. Observando-se as tendências verifica-se redução das concentrações em relação aos anos anteriores. Este fato pode ter

<sup>1</sup> O relatório de qualidade do ar da CETESB reuniu dados das UGRHs com mesma vocação, para fins de comparação. As UGRHs 2, 5 e 10 pertencem à vocação industrial.

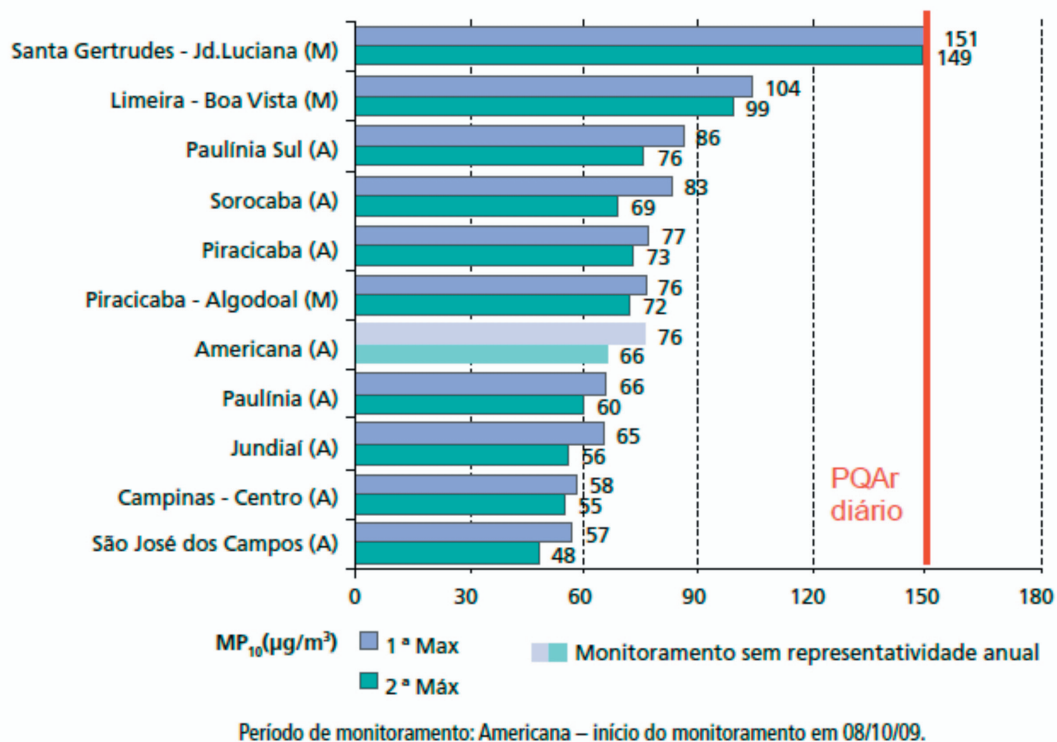


Figura 4.8. MP<sub>10</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.



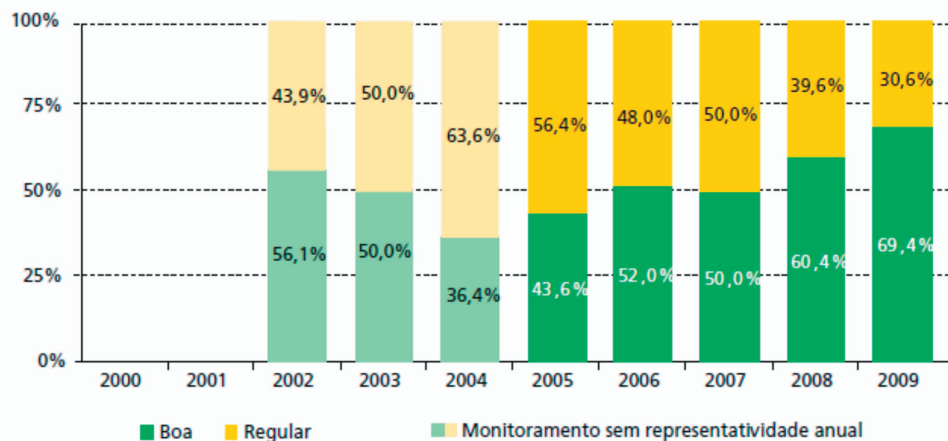


Figura 4.9. Distribuição percentual da qualidade do ar baseadas nas medições de curto prazo – Limeira–Boa Vista. Fonte: CETESB, 2010.

sido influenciado pelas condições meteorológicas mais favoráveis à dispersão dos poluentes observadas em 2009.

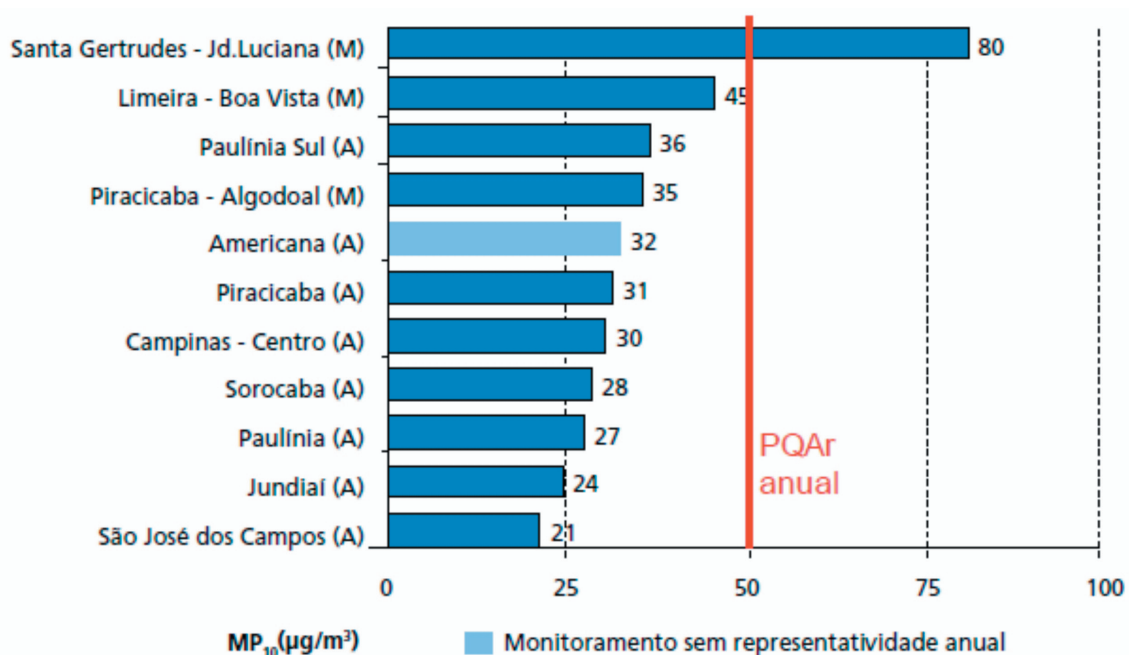
## 4.2.8. Fumaça - FMC

### 4.2.8.1. Valores diários e anuais

Como se pode observar nas Figuras 4.12 e 4.13 os padrões de qualidade do ar para fumaça são res-

peitados, tanto para as concentrações máximas diárias quanto para as médias anuais. Uma vez mais Limeira encontra-se em segundo lugar na sequência de concentrações relativas ao período de 24h, com valores muito próximos dos valores de Sorocaba, refletindo uma certa semelhança nos perfis de ocupação do solo ao redor das estações.

Do prisma das concentrações de longo prazo, a estação de Sorocaba-Centro foi a que apontou a maior concentração média anual, em 2009, seguida por



Período de monitoramento: Americana – início de monitoramento em 08/10/09.

Figura 4.10. MP<sub>10</sub> – Classificação das concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

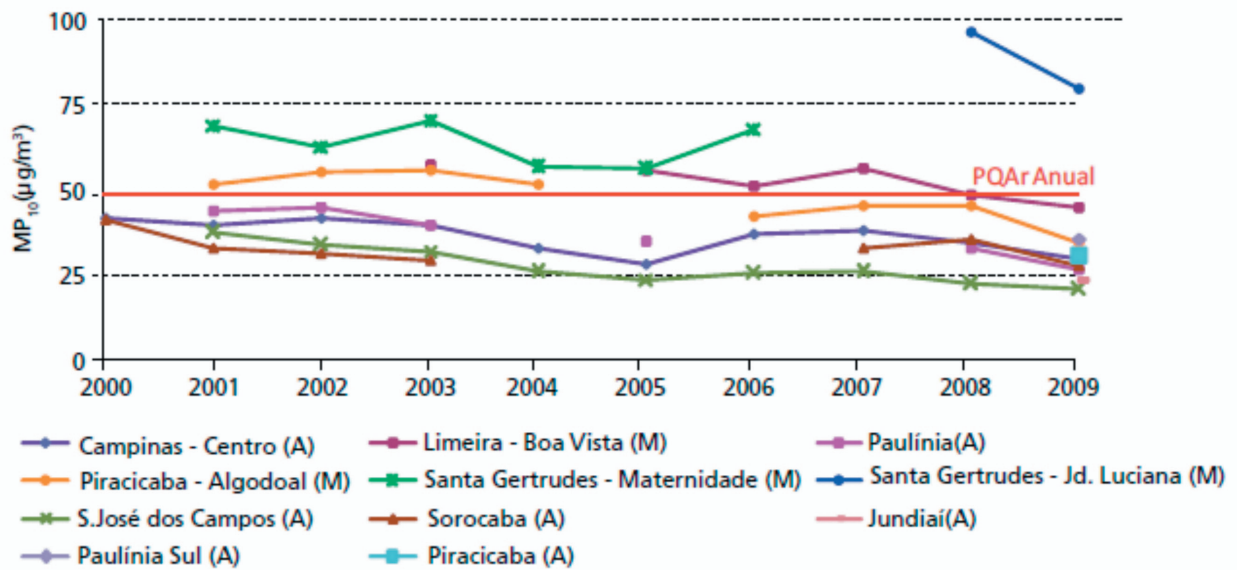


Figura 4.11.  $MP_{10}$  – Tendências nas concentrações médias anuais – UGRHIs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

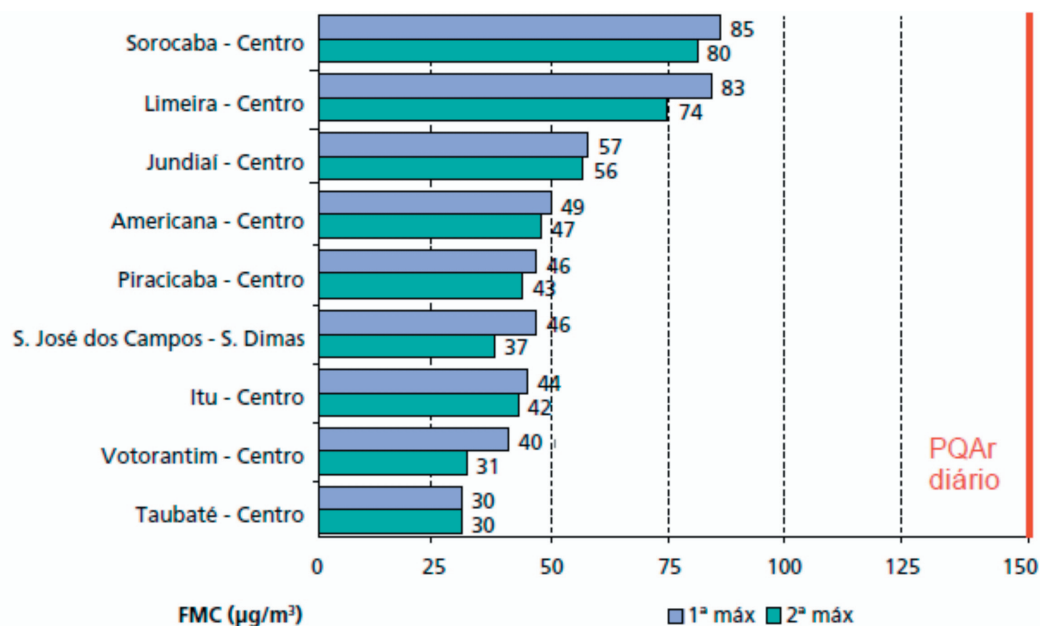


Figura 4.12. Fumaça – Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHIs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

Jundiaí-Centro e Limeira-Centro. Em relação a 2008, houve uma redução das concentrações médias em todas as estações com exceção de Americana, sendo esta redução mais acentuada em Sorocaba.

#### 4.2.8.2. Tendências

A Figura 4.14 mostra o comportamento das concentrações médias anuais nas estações das UGRHIs

2, 5 e 10. As estações pertencentes à UGRHI 5 mantiveram uma tendência de estabilidade com concentrações inferiores a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.2.8.3. Partículas Totais em Suspensão – PTS

Este parâmetro é monitorado somente na estação de Cordeirópolis-Módolo, (UGRHI 5) onde estão instaladas diversas indústrias de pisos cerâmicos,



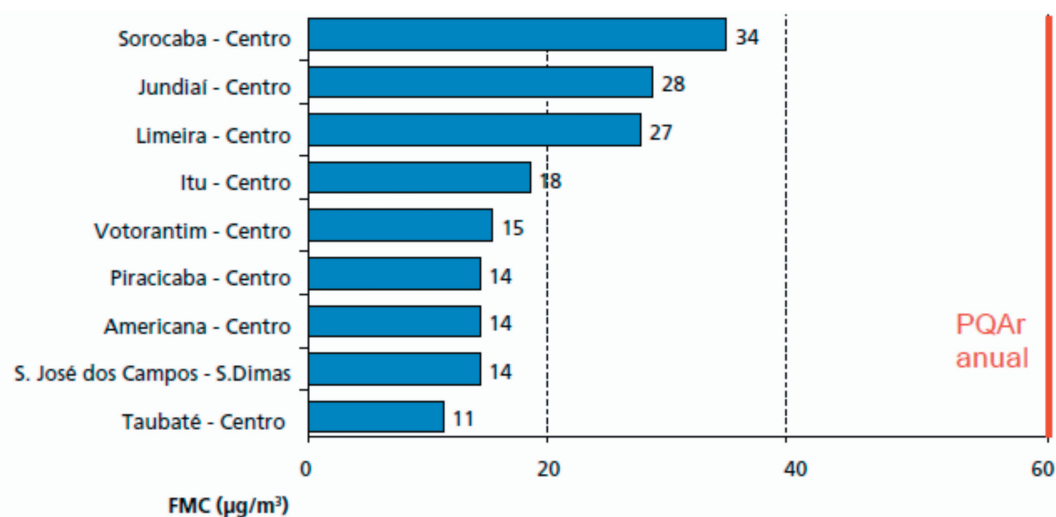


Figura 4.13. Fumaça – Classificação das concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

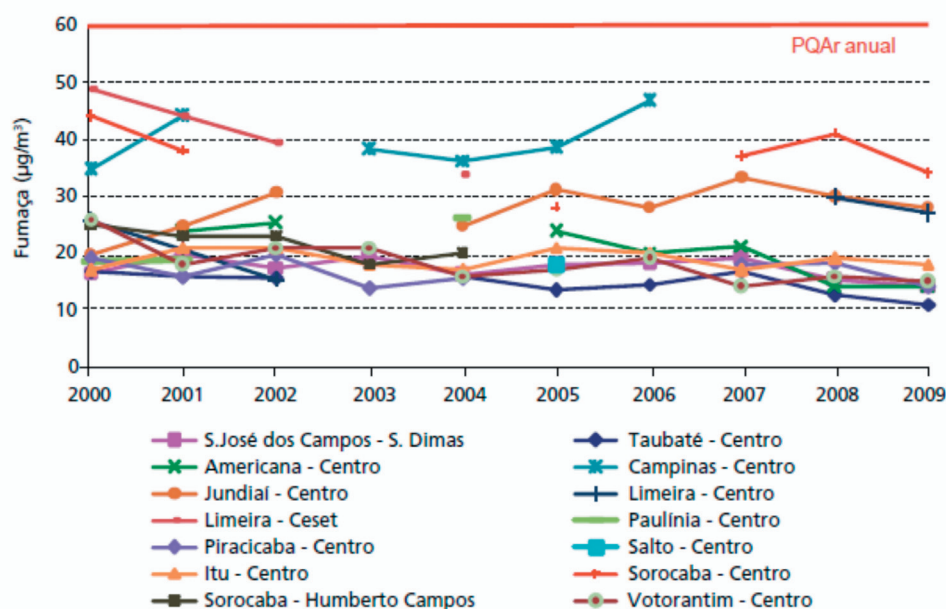


Figura 4.14. Fumaça – Evolução das concentrações médias anuais – UGRHs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

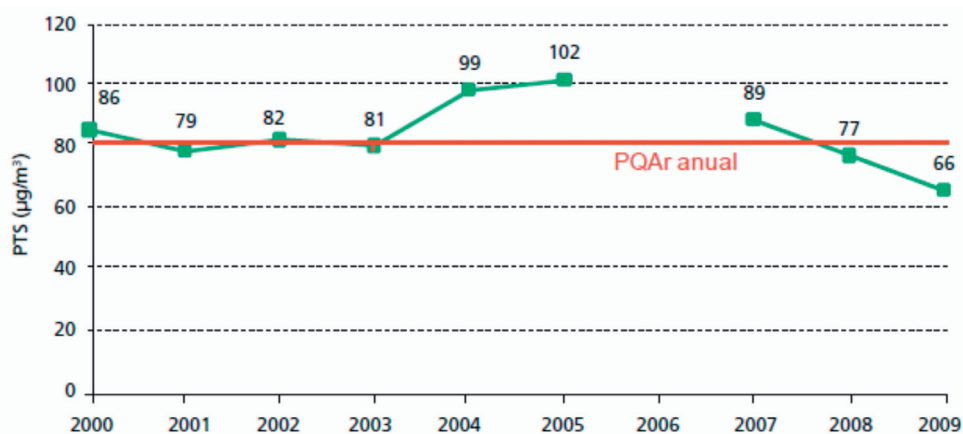


Figura 4.15. PTS – Evolução das concentrações médias anuais – Cordeirópolis-Módolo. Fonte: CETESB, 2010.

cujas atividades são fontes potenciais de material particulado para a atmosfera.

Na exposição de curto prazo, as maiores concentrações diárias, medidas em 2009, foram  $137\mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $128\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valores bem abaixo do padrão de qualidade de  $240\mu\text{g}/\text{m}^3$  e menores do que os observados nos anos anteriores.

Na Figura 4.15 observa-se, em 2009, que a média geométrica anual da PTS ficou abaixo do padrão de longo prazo de  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo a menor observada nos últimos dez anos.

## 4.2.9. Dióxido de Enxofre – $\text{SO}_2$

### 4.2.9.1. Valores diários e anuais

O parâmetro  $\text{SO}_2$  é avaliado através de monitores passivos localizados em diversos municípios e nas estações automáticas de Paulínia e São José dos Campos. Tanto o PQAr anual ( $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) quanto o diário ( $365\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não são ultrapassados em nenhum local.

Em 2009, o maior valor de média anual ( $14\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi obtido em Paulínia-Bairro Cascata e o segundo maior valor ( $6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), foi obtido em Paulínia-Santa Terezinha e na estação automática de Paulínia.

No curto prazo, a concentração máxima diária registrada na estação de Paulínia foi  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este poluente não representa preocupação para a gestão da qualidade do ar na UGRHI 5, nem na área do futuro empreendimento.

## 4.2.10. Monóxido de Carbono – CO

### 4.2.10.1. Valores diários e anuais

Em 2009, o CO foi monitorado na estação Campinas-Centro, localizada na UGRHI 5, alcançando a máxima média de 8 horas de 3,3ppm, bem abaixo do padrão de qualidade do ar de 9ppm (média de 8 horas).

A Figura 4.16 apresenta a evolução das médias anuais das concentrações máximas de 8 horas de CO, medidas na UGRHI 5. Este gráfico serve apenas para avaliar a tendência dos níveis de concentração de curto prazo, uma vez que não existe padrão anual para monóxido de carbono.

Observa-se na estação de Campinas uma redução gradativa das concentrações, tendência que se acentuou a partir de 2006.

## 4.2.11. Óxidos de nitrogênio – NO e $\text{NO}_2$

### 4.2.11.1. Valores diários e anuais

Estes poluentes são associados a processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás. Podem levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita e são precursores de ozônio.

A Figura 4.17 mostra a primeira e a segunda concentração horária máxima do poluente nas es-

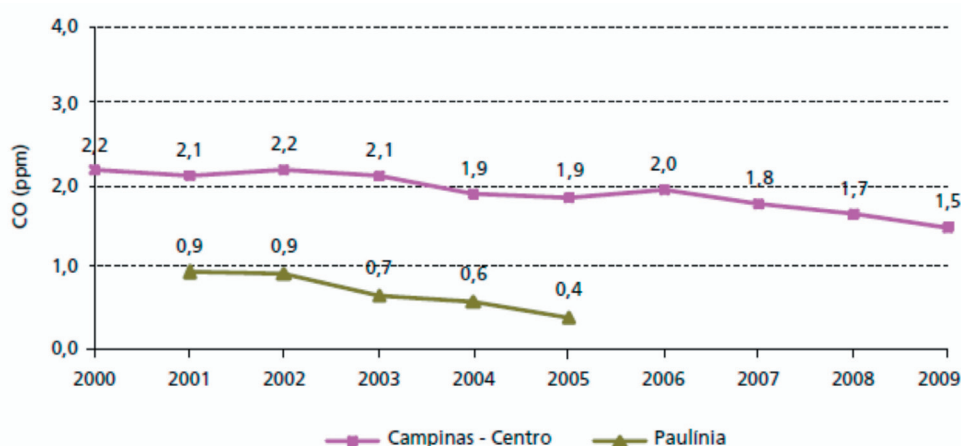


Figura 4.16. CO – Evolução das concentrações médias anuais das máximas diárias (médias de 8 horas) – UGRHI 5. Fonte: CETESB,

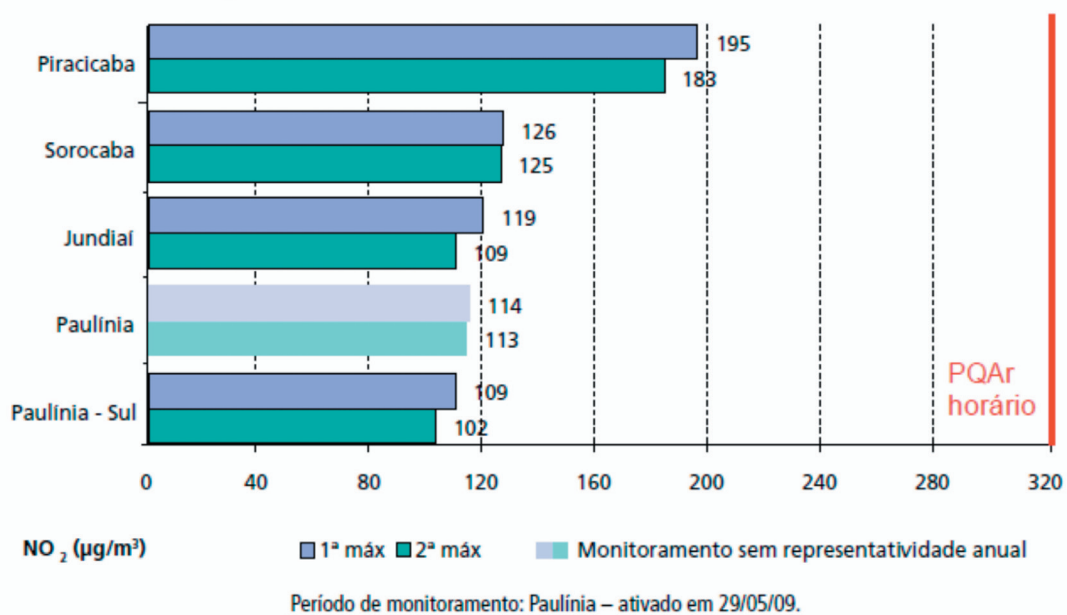


Figura 4.17. NO<sub>2</sub> – Primeiras e segundas concentrações horárias máximas – UGRHIs 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

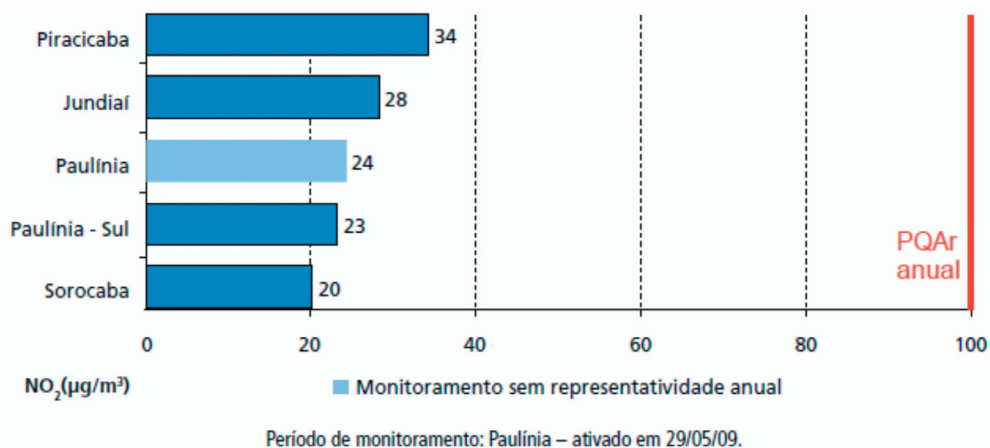


Figura 4.18. NO<sub>2</sub> – Classificação das concentrações médias anuais – UGRHIs 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

tações medidoras da UGRHI 5 e 10. Como se observa, Piracicaba é o município que apresenta os maiores valores medidos.

A Figura 4.18 mostra os valores das concentrações médias anuais conforme medidas nas estações amostradoras das UGRHIs 5 e 10. A exemplo do que ocorre com os valores diários, Piracicaba é o município que apresenta os maiores valores anuais.

O monóxido de nitrogênio (NO) não possui padrão legal de qualidade, mas é um poluente importante no ciclo fotoquímico de formação do ozônio. Na Tabela 4.2, apresentam-se as concentrações de NO observadas no período das 7h às 9h, uma vez

que as concentrações deste período são importantes para a formação do ozônio durante o dia. A máxima concentração média anual em 2009 foi de 13µg/m³, obtida para a estação Paulínia-Sul.

## 4.2.12. Ozônio – O<sub>3</sub>

### 4.2.12.1. Valores horários

A Figura 4.19 mostra os valores de ozônio conforme medidos nas estações das UGRHIs 2, 5 e 10. Como se verifica, as estações de Jundiá e Piracicaba apresentam o maior número de dias em que o

Tabela 4.2. NO – Concentrações de monóxido de nitrogênio em 2009 (média das 7h às 9h) UGRHs 5 e 10.

Estação	Repres.	Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 7h às 9h	1ª Máx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 7h às 9h	2ª Máx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 7h às 9h
Jundiá	R	24	145	130
Paulínia	NR	26	143	139
Paulínia-Sul	R	31	143	136
Piracicaba	R	29	124	120
Sorocaba	R	27	183	170

Repres.: Indica se o monitoramento foi representativo no ano (R) ou não (NR). Fonte: CETESB, 2010

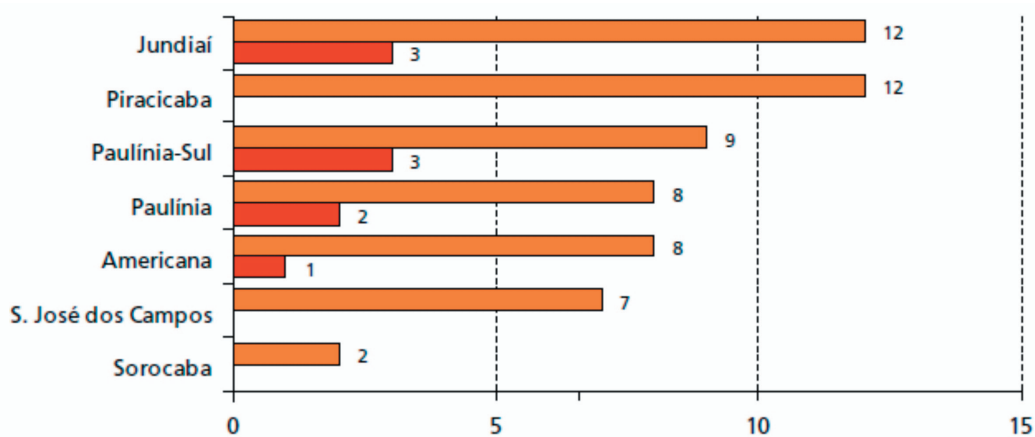


Figura 4.19. O<sub>3</sub> – Número de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção em 2009 – UGRHs 2, 5 e 10. Fonte: CETESB, 2010.

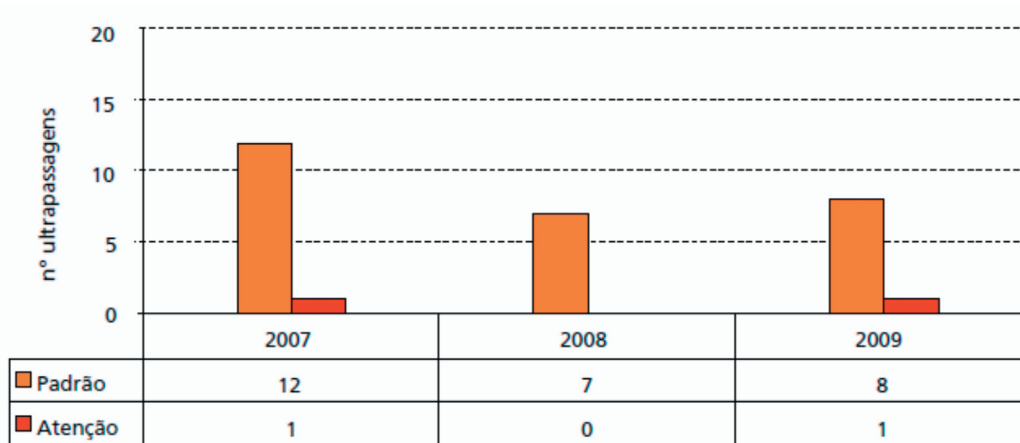


Figura 4.20. O<sub>3</sub> – Evolução do número de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção – Americana. Fonte: CETESB, 2010.

padrão de 1 hora ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado em 2009. Em Americana (Figura 4.20) há freqüentes ultrapassagens do padrão de ozônio, além das concentrações atingirem o nível de atenção. Apesar de ter atingido a qualidade Má, em 2009 houve aumento da qualidade Boa em relação aos anos anteriores.

#### 4.2.12.2. Tendências

As médias aritméticas anuais das máximas concentrações de uma hora registradas em cada dia, apresentadas na Figura 4.21, não podem ser comparadas com o PQAr, mas podem indicar uma



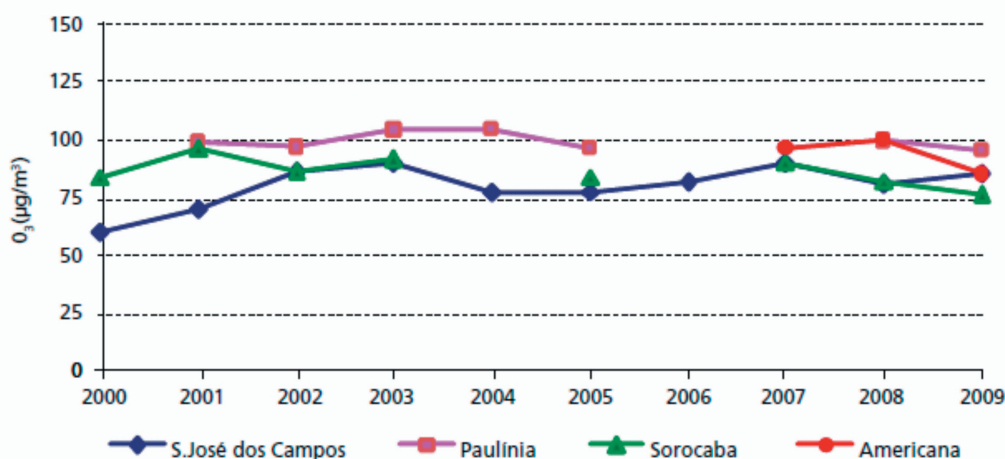


Figura 4.21.  $O_3$  – Evolução das concentrações médias anuais das máximas diárias (médias de 1 hora) – UGRHIs 2, 5 e 10 (Fonte: CETESB, 2010)

tendência da poluição por ozônio ao longo do tempo.

#### 4.2.13. Conclusão

A qualidade do ar na UGRHI 5 tem sido avaliada pelas estações existentes em Americana, Campinas, Codeirópolis, Cosmópolis, Jundiaí, Limeira, Piracicaba, Paulínia, Salto e Santa Gertrudes.

As estações amostradoras da qualidade do ar mais próximas do empreendimento estão localizadas em Limeira e Americana monitorando  $SO_2$  e MP (rede manual) e ozônio (rede automática em Americana).

Na análise do material particulado (MP10, PTS e Fumaça) na UGRHI 5 destaca-se o município de Santa Gertrudes onde os padrões anual e diário para MP10 foram violados, sendo que na região estão instaladas diversas indústrias de piso cerâmico.

Com relação ao ozônio, todas as estações que medem este poluente apresentaram ultrapassagem do padrão, sendo as principais Jundiaí, Piracicaba, Americana e as duas de Paulínia. Os níveis de  $O_3$  observados em Jundiaí podem ser, em parte, decorrentes do transporte dos poluentes provenientes da RMSP, uma vez este município localizar-se próximo e na direção predominante dos ventos vindos daquela região metropolitana. No caso de Paulínia as ultrapassagens do padrão estão asso-

ciadas, principalmente, às emissões dos precursores de ozônio pelas fontes fixas locais, no entanto, pode haver também contribuição do transporte de ozônio e de seus precursores vindos de Campinas.

Em Piracicaba observou-se o menor percentual de qualidade do ar Boa e o maior percentual de qualidade Regular em relação a este poluente, fato que pode estar associado às emissões veiculares e de processos industriais no município e às atividades que envolvem a produção sucroalcooleira no seu entorno. É possível também que o transporte de outras regiões tenha contribuído para esta condição.

Quanto ao local do futuro empreendimento não se pode afirmar que os valores apontados pelas estações amostradoras de Limeira e Americana representem com fidelidade a qualidade do ar nas proximidades do empreendimento. O que se pode afirmar, a partir dos dados e tendências existentes é que a região onde se localizará o empreendimento encontra-se saturada para material particulado e ozônio.

Os poluentes de interesse para análise do impacto do futuro empreendimento são fumaça,  $CO_2$ , metano e compostos odorantes. Para os três últimos não há padrões de referência estabelecidos em lei. Para fumaça não há preocupação de violação de padrões na UGRHI 5.

Do ponto de vista da qualidade do ar não há, salvo melhor juízo, impeditivos para a implantação

do empreendimento, considerando a qualidade e quantidade de suas emissões.

### 4.3. NÍVEL DE RUÍDOS

Neste item serão apresentados os resultados obtidos nas medições de níveis de pressão sonora efetuadas na área destinada a ser o Aterro de Resíduos Domiciliares e Industriais Classe II-A, de Limeira.

As medições de níveis de pressão sonora foram efetuadas no período diurno, das 14h14min às 14h49min, no dia 26/10/2010, e os critérios e metodologia adotados foram basicamente os seguintes:

- todos os procedimentos de medição foram realizados de acordo com a NBR 10.151/2000 - Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
- todas as medições foram efetuadas com a duração de 5 (cinco) minutos cada, de forma consecutiva, praticamente sem intervalos;
- foram efetuadas calibrações do instrumento de medição de níveis sonoros antes e após as medições;
- a região onde está localizada a área objeto deste estudo enquadra-se na linha 1 da tabela Nível de Critério de Avaliação (NCA), da NBR 10.151/2000 – Área de sítios e fazendas, cujos níveis máximos permitidos para a emissão de ruído são de 40 dB(A) para o período diurno e de 35 dB(A) para o período noturno, salvo quando registrados ruídos com características especiais, devendo-

se, neste caso, aplicar as correções necessárias, conforme item 5.4, item 6.2.3 e item 6.2.4 da referida norma.

Foram utilizados equipamentos com certificado de calibração emitido pela RBC (Rede Brasileira de Calibração), devidamente reconhecida pelo INMETRO.

De acordo com a área a ser analisada, determinamos 05 (cinco) pontos de medição: P-1, P-2, P-3, P-4 e P-5.

Durante as medições, não havia qualquer movimentação de veículos ou qualquer outra atividade ligada ao descarregamento de lixo ou entulho no local, de modo que não registramos qualquer tipo de interferência durante as medições.

Os resultados obtidos nas medições efetuadas no dia 26/10/2010 estão apresentados na Tabela 4.3 e Figuras 4.22 e 4.23.

Os Histogramas, ou “histórico no tempo”, são gráficos gerados por um software específico do instrumento medidor de níveis sonoros. Uma vez registrados os níveis de ruído, não é possível qualquer alteração desses dados, sendo, portanto, um retrato fiel da condição sonora encontrada no momento da medição: o número do evento medido (#...), o tempo de integração (1s), data e horário, bem como os valores registrados em dB(A) e, ainda, as características gráficas de tais ruídos.

Podemos observar, da esquerda para a direita, os gráficos correspondentes ao P-1 (cor azul), P-2 (cor vermelho), P-3 (cor verde), P-4 (cor roxo) e P-5 (cor ocre).

Todos os pontos medidos apresentam características sonoras semelhantes, comprovando a uni-

Tabela 4.3. Medições efetuadas no dia 26/10/2010 – das 14h14min às 14h49min (Período diurno)

		dB(A)							
Identificação da Medição	Horário	Leq	Lmin	Lmax	L90	L70	L50	L30	L10
P-1 (evento #461)	14:14:20	45	30	60	33	37	40	43	48
P-2 (evento #462)	14:20:45	44	32	57	35	37	38	40	44
P-3 (evento #463)	14:28:59	47	28	64	32	36	40	42	47
P-4 (evento #464)	14:37:20	42	31	57	35	38	40	42	44
P-5 (evento #465)	14:44:50	42	31	59	33	35	36	38	43

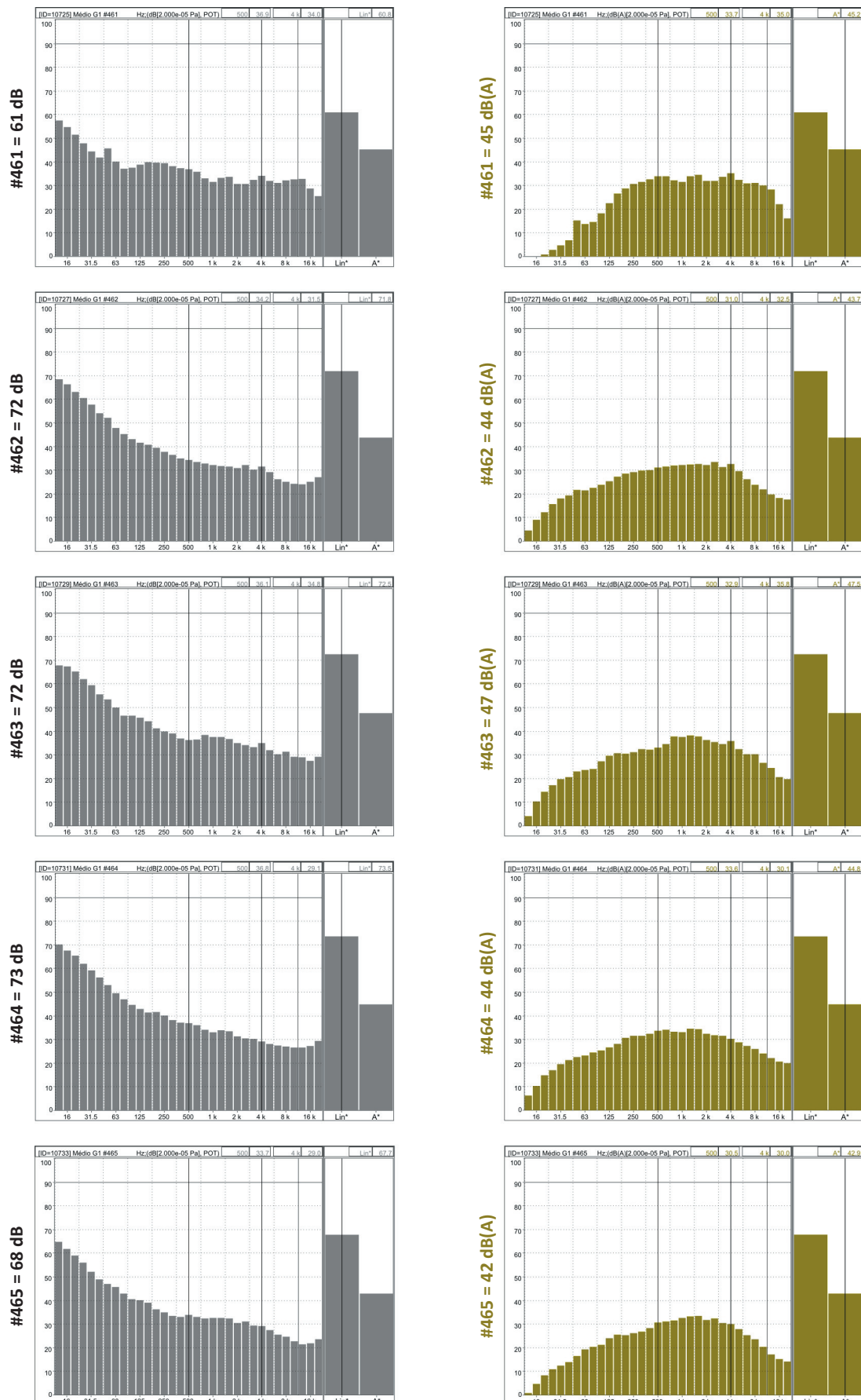


Figura 4.22. Análise espectral em 1/3 de oitava – dB e dB(A)



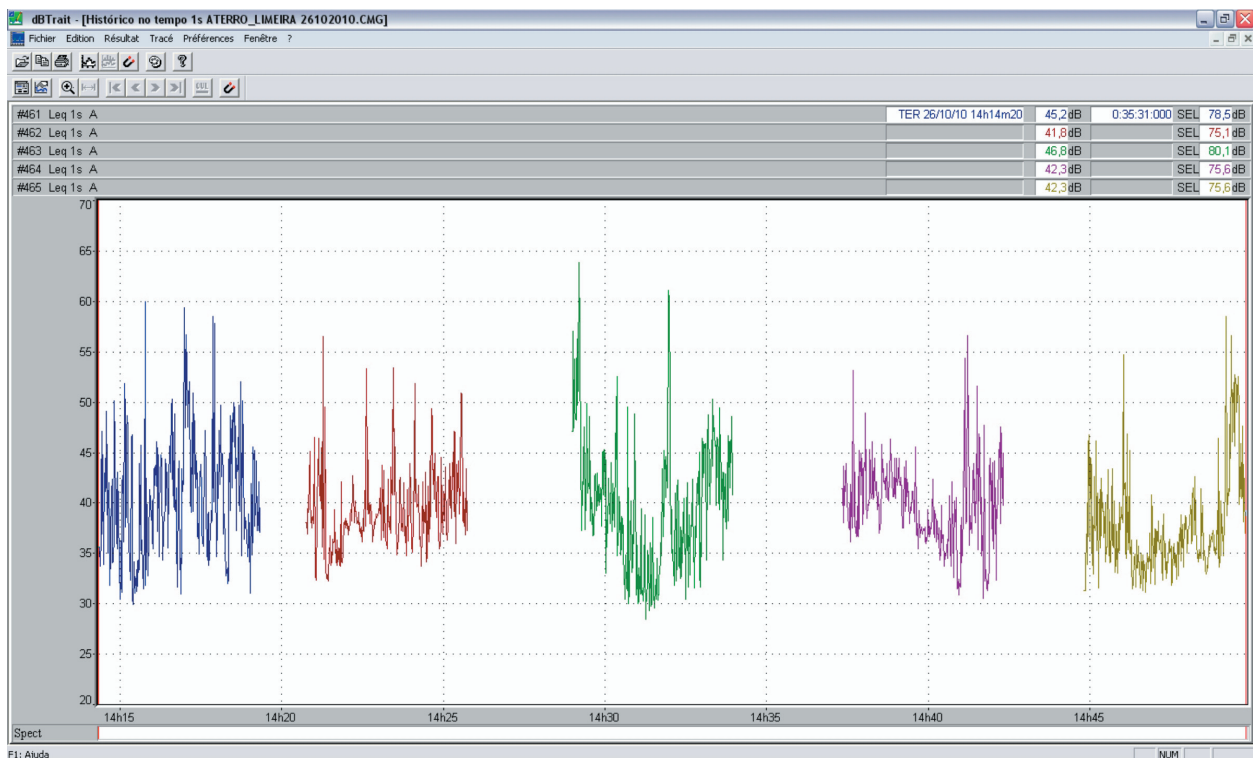


Figura 4.23. Histogramas das medições efetuadas. Eventos: #461, #462, #463, #464 e #465.

formidade do ruído existente atualmente em todo o perímetro da área analisada.

Os Espectros em 1/3 de oitava, a seguir, são uma representação gráfica do ruído medido, em toda a gama auditiva, frequência por frequência.

Os gráficos de cor cinza representam toda a energia sonora existente no ar no momento da medição, em dB, em escala linear. Os gráficos de cor ocre representam a mesma energia sonora, porém, com ponderação na escala 'A', ou seja, representam a energia sonora que melhor se assemelha à condição sonora captada pela audição humana.

### 4.3.1. Considerações finais

Com base nos dados coletados e apresentados neste Relatório, pode-se concluir que:

- os níveis de pressão sonora obtidos e demonstrados neste Relatório são a condição sonora atualmente existente na área destinada a ser o novo aterro sanitário do Município de Limeira;
- os ruídos registrados são produzidos pela própria natureza, como o canto de pássaros e a

agitação da vegetação devido à força dos ventos;

- o nível de ruído ambiente ( $L_{ra}$ ) apurado é superior ao Nível de Critério de Avaliação (NCA) estabelecido pela NBR 10.151/2000 para a área analisada. Assim sendo, determina esta mesma Norma, em seu item 6.2.4 que, "se o nível de ruído ambiente  $L_{ra}$ , for superior ao valor da tabela 1 para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do  $L_{ra}$ ". Portanto, o NCA a ser considerado como parâmetro legal, nesta análise, é o valor  $L_{Aeq}$  registrado na Figura 4.22 deste Relatório;
- quando o novo aterro sanitário do município de Limeira estiver em operação, para que possa estar de acordo com a legislação, as atividades exercidas nesta área não deverão produzir níveis de ruído que ultrapassem os limites legalmente estabelecidos, a saber, neste caso: de 47 dB(A) no período diurno e, 42 dB(A) no período noturno, nas divisas do imóvel, uma vez que as propriedades vizinhas a este imóvel enquadram-se, de acordo com a NBR 10.151/2000, como "Área de sítios e fazendas".

## 4.4. ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS E HIDROGEOLÓGICOS

### 4.4.1. Geologia regional

A área onde se pretende a implantação do projeto é formada por rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Paraná, que fazem parte dos denominados Grupos Passa Dois e Tubarão, constituídas predominantemente de arenitos, siltitos e argilitos, apresentando ainda, de forma secundária, algumas estruturas de sills e diques de diabásio cortando as rochas sedimentares.

Uma apresentação esquemática, geral, da geologia regional, é feita a seguir, com a descrição sucinta das camadas dos sedimentos mais recentes para os mais antigos:

- sedimentos quaternários, de idade recente, arenosos, argilosos e siltosos, que recobrem principalmente os canais de drenagens antigos e recentes formando, nas margens e nos leitos dessas drenagens, camadas com dimensões submétricas a métricas;
- sedimentos de idade permiana, denominados de Formação Corumbataí, do Grupo Passa Dois, que são constituídos por siltitos, argilitos, e mais raramente, arenitos, formando grandes bancos ou camadas de espessuras métricas a decamétricas. Sua cor varia de vermelho a castanho, predominantemente, mas também apresenta espessas camadas de um siltito de cor variando de creme a esverdeado claro. Essas rochas, especialmente as avermelhadas, são usadas na fabricação de telhas, tijolos e pisos esmaltados;
- logo abaixo da Formação Corumbataí ocorre a Formação Irati, que é também do Grupo Passa Dois, constituída predominantemente por calcários dolomíticos sedimentares e folhelhos oleígenos;
- a seguir, na sequência descendente, ocorrem as rochas sedimentares do Grupo Tubarão, subdividido em Formação Tatuí, formada por siltitos arenosos e argilosos, lamitos e raras lentes de

calcário, e Subgrupo Itararé, formado por arenitos finos a grosseiros, siltitos, lamitos e ritmitos de cores amarelo, vermelho e cinza. Não há ocorrência de rochas da Formação Aquidauana, também do Grupo Tubarão, na região.

Todos os sedimentos das formações descritas podem apresentar intrusões de uma rocha alcalina, o diabásio, que é uma rocha básica, ferromagnesianas, com ausência de sílica, na forma de diques (camadas verticais a subverticais, discordantes da encaixante) e sills (camadas horizontais a sub-horizontais, concordantes com a encaixante).

### 4.4.2. Geologia local

Na área do aterro ocorre uma cobertura superficial de solo resultante de alteração de rochas da Formação Itararé, com sedimentos do tipo siltitos e arenitos predominantemente de cor creme a amarelo.

Essa formação geológica apresenta em alguns horizontes camadas de rochas silto-arenosas e silto-argilosas, intensamente consistentes, rijas, impenetráveis por instrumentos de sondagens manuais.

Para complementar as informações das sondagens manuais, foi realizada pesquisa geofísica na área que constou de três caminhamentos elétricos e seis sondagens elétricas verticais, cujos resultados e perfis de caminhamento estão apresentados em detalhe no Relatório de Levantamento Geofísico para Avaliação Geológica em Área Rural no Município de Limeira (SP), em anexo. Com essas investigações foi possível confirmar a ocorrência, de cima para baixo, das seguintes camadas:

- solo arenoso a silto-argiloso, com matéria orgânica, com cor variando de creme a castanho-avermelhado semi-plástico, com espessura de 1 até 6 metros;
- com o topo à profundidade média de 1 a 6 metros e a base de 11 a 15 metros, uma camada de material argiloso a silto-argiloso, muito duro, compacto, resistente, sendo impenetrável à

sondagem a percussão. Essa camada constitui um horizonte quase impermeável e funciona como um nível de base para escoamento das águas provenientes de infiltração pluvial, ou de outros efluentes que porventura possam vir a se infiltrar pelo perfil litológico local;

- abaixo destas camadas de sedimentos encontra-se um solo de alteração e/ou rocha alterada com topo variando entre 11 e 15 metros e base entre 18 e 25 metros.
- por fim, abaixo desta camada encontramos o topo da rocha sã, o qual tem seu topo variando entre 18 a 25 metros de profundidade.

É importante frisar que esses diferentes tipos de sedimentos e rochas ocorrem na área do aterro, com diferentes extensões, profundidades e geometrias, porque existe no local um sistema de falhamentos geológicos que movimentaram essa litologia, fragmentando-a e a colocando em diferentes posições espaciais, e lhes conferindo diferentes comportamentos geotécnicos e hidrogeológicos.

Esses falhamentos ocorrem em nível local e regional e funcionam como condicionantes da malha de drenagem.

Uma das causas dessa movimentação de camadas, além da tectônica regional, é um mecanismo denominado de intrusão de diques, que significa uma injeção de magma nas camadas locais, pressionando-as com brutal força dinâmica e obrigando-as a cederem espaço para o assentamento dessas rochas intrusivas, ocorrendo a conseqüente deformação das camadas pré-existentes. Esses sills são formados basicamente por minerais ferromagnesianos, constituindo, depois de resfriada, uma rocha escura, densa, com textura comumente afanítica ou levemente fanerítica. Essa rocha é denominada comumente como “pedra-ferro” e a sua alteração origina o solo denominado de “terra-roxa”.

Na área ocorre ainda um sill de diabásio no lado sudeste, que pode ser o responsável pelos falhamentos e fraturamentos observados no local.

Na Figura 4.23 é apresentado o mapa geológico do local.

#### 4.4.3. Geologia estrutural

Em termos de geologia estrutural, observa-se que existe na região um sistema de fraturamento que, obrigatoriamente, gera um sistema de fraturamento das rochas no local do projeto, sistema esse caracterizado a seguir:

- a sudoeste da área do projeto existe uma falha na direção NW, que gerou um afundamento do bloco sul com relação ao bloco norte;
- do lado leste da área do projeto também existe um sistema de falhamento com direção N-NE, NE, de grande porte, que gerou um deslocamento relativo para baixo do bloco leste. Esse falhamento se estende desde a margem do Ribeirão Tatu até a área do projeto;
- do lado norte da área do projeto existe uma outra falha que se estende na direção NW, separando as litologias lamitos e siltitos arenosos, gerando um bloco norte mais baixo e um bloco sul, mais alto.

Esses sistemas de falhamentos que ocorrem na área do projeto devem ser cuidadosamente considerados no momento da implantação dos elementos de impermeabilização e de drenagem do aterro; isto porque, qualquer efluente porventura oriundo de alguma ruptura nesses elementos, certamente teria a sua percolação para o meio ambiente facilitada por esses sistemas de falhamentos, que integram diretamente com a hidrodinâmica subterrânea local.

Os perfis com indicação das litologias e dos sistemas de falhamento estão indicados nas Figuras 4.24, 4.25 e 4.26.

#### 4.4.4. Sondagens

Na área do projeto foram realizadas inicialmente seis sondagens que serviram ao Plano de Trabalho e, nesta fase, outras seis sondagens a percussão, com SPT, para se obter informação litológicas, mineralógicas, estruturais, hidrogeológicas e parâmetros geotécnicos do solo local,



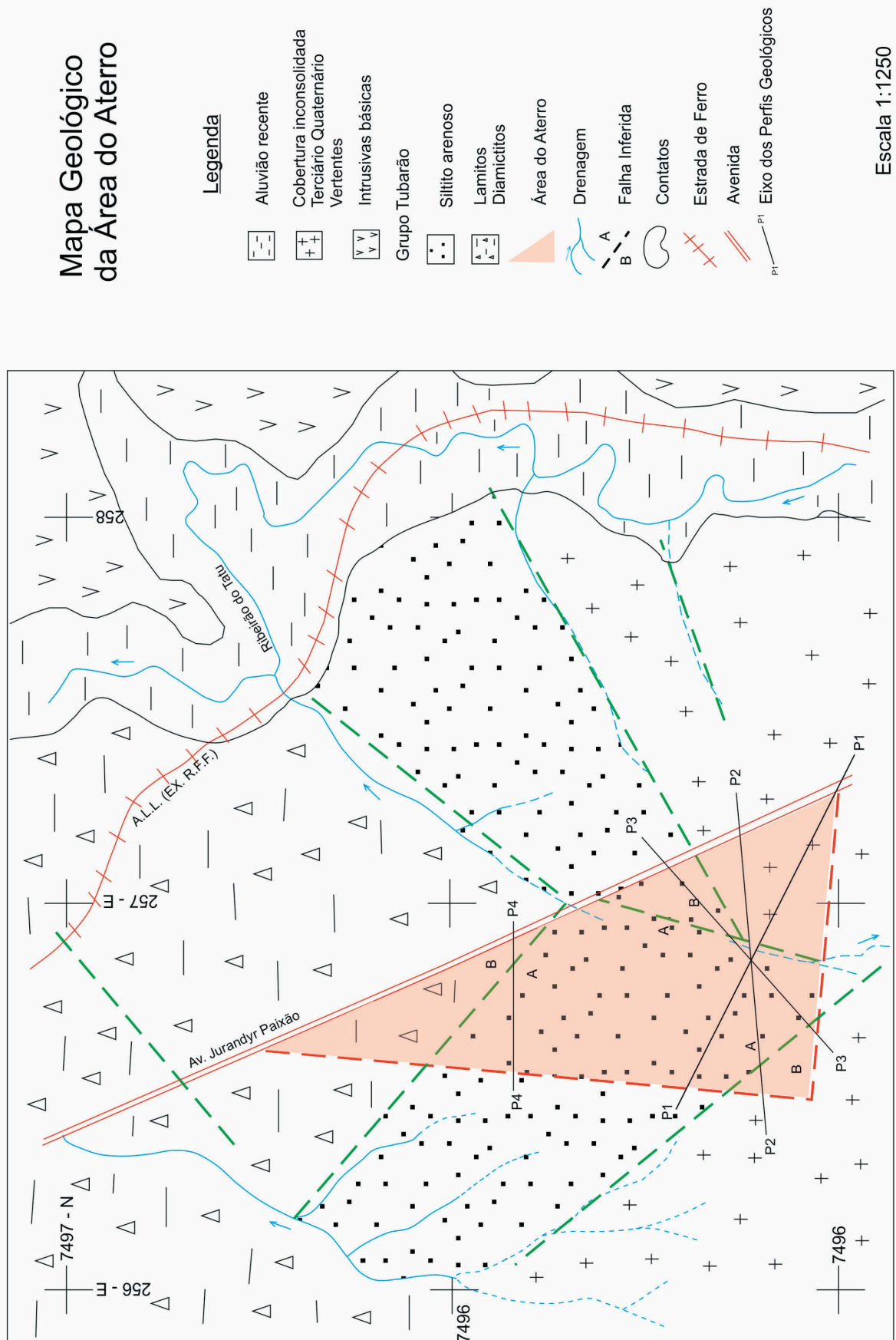


Figura 4.23. Mapa Geológico local.

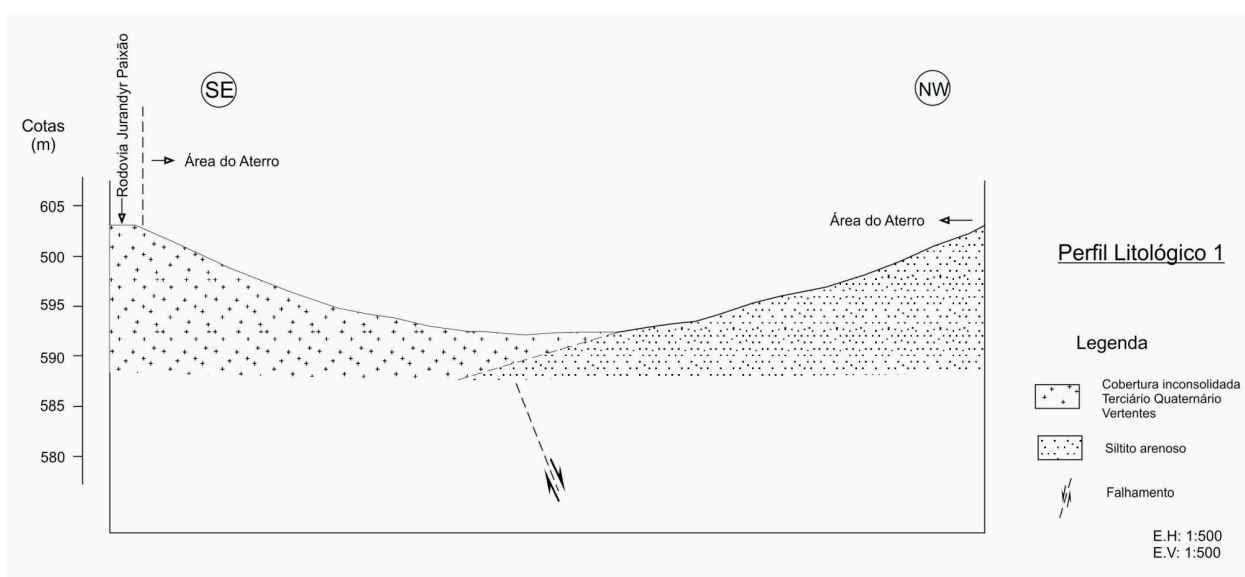


Figura 4.24. Perfil litológico P.1

dados esses apresentados nas planilhas de sondagens em anexo.

As sondagens foram executadas conforme as normas propostas pela ABNT, conforme descrito a seguir.

Esse trabalho se resume na penetração no solo de um tubo amostrador padrão, denominado de

Amostrador Terzaghi-Peck, com 45cm de comprimento e diâmetro interno de 34,9mm e externo de 50,8mm. Esse tubo é acoplado a uma haste, a qual é submetida a golpes de um peso-padrão de 65Kgf, caindo de uma altura de 75cm, e medida a intensidade da sua penetração dinâmica no solo, através

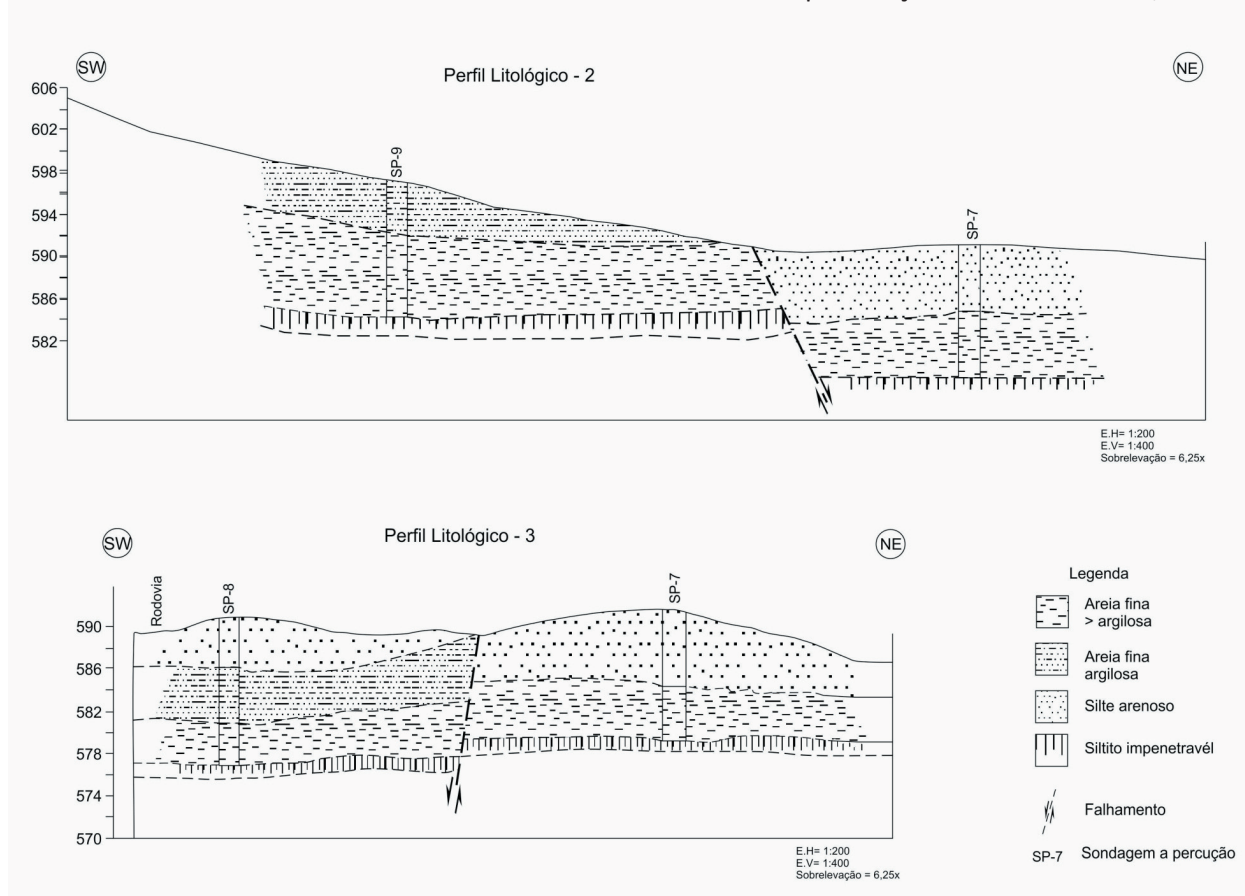


Figura 4.25. Perfis litológicos P.2 e P.3.

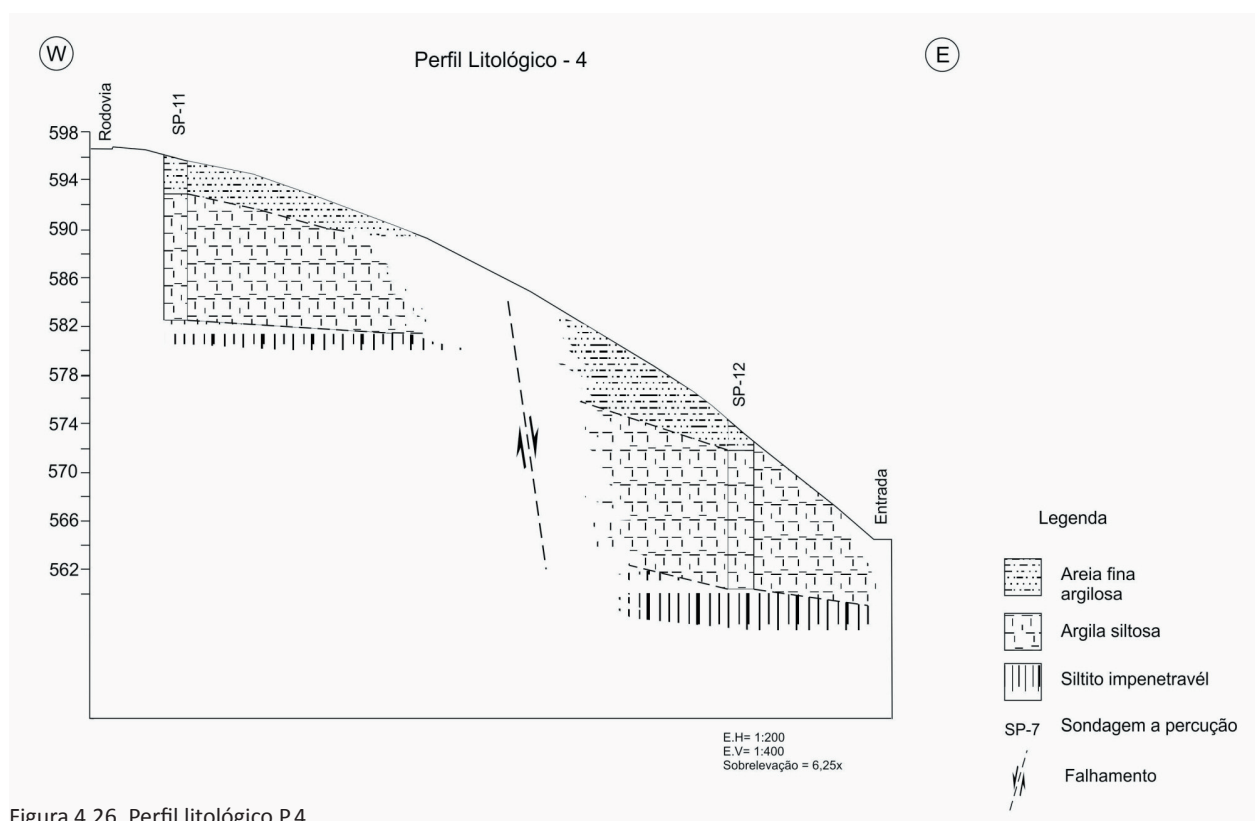


Figura 4.26. Perfil litológico P.4.

da contagem do número de golpes para que o tubo amostrador penetre 45cm no solo em três parcelas de 15cm cada. Obviamente quanto maior o número de golpes imprimidos ao tubo amostrador para certa penetração, mais resistente será o solo e maior será a sua capacidade de carga.

Os resultados das sondagens, associados aos obtidos na investigação geofísica, indicam algumas características geotécnicas básicas que são as seguintes:

- solo tipo 1, escarificável com equipamentos auto-propelidos tipo moto-niveladora, pá-carregadeira, ou com ferramenta manual, com espessura variável de 0,0 a 15 metros. Abaixo de 15 metros de profundidade ocorre solo compactado, não escarificável, somente desmontável com equipamentos pesados, tipo sub-soladores ou trator-de-esteira ou explosivos, dependendo do montante da escavação ou desmonte;
- cor e textura e consistência: solo areno-argiloso, avermelhado, na superfície, com textura fofa a pouca compacta, de aspecto homogêneo, em profundidades que variam desde 0,0 a 6 metros, passando rapidamente para solo siltoso, a silto-

argiloso, mais consistente, até profundidades da ordem de 7 a 13 metros, quando então ocorre um nível impenetrável de siltito duro, de cor cinza e às vezes amarelado, típico da Formação Itararé;

- a resistência à penetração dinâmica do solo (SPT) varia de 0,0 a 35/10 (trinta e cinco golpes para avançar 10cm) sendo que as maiores resistências dinâmicas foram encontradas nas profundidades de 11 a 13 metros., coincidindo com o material silto-arenoso, compacto. Comparando-se os resultados obtidos do número de golpes da sondagem da resistência a penetração dinâmica (SPT - Standard Penetration Test) com os dados obtidos, pode-se afirmar que os pontos de sondagem têm a seguinte capacidade de suporte:

Local	Pressão admissível	Profundidade
Sondagem 7	3,5kgf/cm <sup>2</sup>	11m
Sondagem 8	3,5kgf/cm <sup>2</sup>	12,35m
Sondagem 9	3,5kgf/cm <sup>2</sup>	12,2m
Sondagem 10	3,5kgf/cm <sup>2</sup>	7,1m
Sondagem 11	3,5kgf/cm <sup>2</sup>	13,35m
Sondagem 12	3,5kgf/cm <sup>2</sup>	11,25m

- a mineralogia básica do solo local é composta por silicatos, aluminatos e óxidos, além de minerais máficos e raros pesados. Os minerais detectados foram os seguintes: quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), caulinita ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), anatásio ( $\text{TiO}_2$ ), gibbsita ( $\text{Al}_2(\text{OH})_3$ ) e argilas em geral do tipo vermiculita e caulinita ( $\text{Mg}_{10}\text{Si}_{16}\text{O}_{40}(\text{OH})_4 \cdot (\text{OH}_2)_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).
- não foram detectados indícios de minerais ou compostos agressivos ou corrosivos, tais como cloretos, sulfatos, ácidos carbônicos ou nitratos.

#### 4.4.4.1. Ensaios de permeabilidade “in-situ”

Na área do empreendimento foram executados 4 (quatro) ensaios de infiltração “in-situ” no solo para determinação do coeficiente de permeabilidade (K) local.

O método utilizado para a obtenção desses dados foi o Método do Rebaixamento recomendado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), no Boletim 04/01/81, e pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), tendo sido realizado conforme as normas da ABGE indicadas para rebaixamento a nível variável.

Foram plotados os dados do “rebaixamento x tempo” em papel milimetrado e posteriormente em papel mono-log, traçando-se o deslocamento do movimento turbulento da água no solo e em seguida a velocidade laminar do movimento, a qual é reconhecida, quando os pontos passam de uma curva para uma reta, o que indica movimento com velocidade constante, ou seja, obtém-se o parâmetro  $dH/dT$ , da equação do movimento hidráulico local.

Com o emprego de programa específico foram traçadas as curvas do movimento, calculando-se também a equação do movimento e o coeficiente angular da reta. Esse coeficiente angular é usado na equação da reta para se obter

o coeficiente de permeabilidade do solo onde foi efetuado o ensaio.

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 4.4.

Essa permeabilidade média encontrada para o solo local é considerada bastante baixa mas, para um aterro sanitário, certamente deverá ser executado um trabalho de compactação do fundo para que seja atingida uma permeabilidade menor, da ordem de  $10^{-6}$  cm/s, para que se elimine o risco de contaminação do solo ou do lençol freático,

#### 4.4.4.2. Água subterrânea

Em termos hidrogeológicos o local apresenta, potencialmente, dois tipos de aquíferos: o aquífero superior, que é representado pelo lençol freático, que é alimentado rapidamente pelas precipitações pluviais e se infiltra no solo e alimenta as nascentes, e o aquífero profundo, denominado Aquífero Tubarão, representado pelas formações do Grupo Tubarão, já referido.

Este último é um aquífero que tem uma baixa capacidade de fornecimento de água, com vazões da ordem de 5 a  $15\text{m}^3/\text{h}$ , além do que tem pequena capacidade de recarga, tendo em vista a sua baixa porosidade, baixa permeabilidade, baixa vazão específica, alto rebaixamento específico, ou seja, a disponibilidade hídrica desse aquífero é muito crítica.

Considerando que as sondagens a percussão executadas na área não encontraram o lençol freático até uma profundidade de 13 metros, a presença de água proveniente de precipitações pluviais, formando um lençol freático, é esporádica e even-

Sondagem	SP.7	SP.9	SP.11	SP.10
Ensaio número	EP.3	EP.4	EP.5	EP.6
Data	29/10/2009	30/10/2009	30/10/2009	30/10/2009
Profundidade (m)	3,0	3,0	3,0	1,5
Revestimento (m)	2,5	2,5	2,5	1,0
K (cm/s)	$2,28 \times 10^{-5}$	$1,55 \times 10^{-5}$	$1,40 \times 10^{-5}$	$1,95 \times 10^{-5}$
K médio (cm/s)	-	-	-	$1,79 \times 10^{-5}$



tual, e se ocorrer após alguma precipitação mais intensa, o caráter transitório desse lençol não permitirá traçar um nível potenciométrico e as consequentes linhas de fluxo de caráter permanente.

#### 4.4.4.3. Erosividade

Considerando que o solo local apresenta uma boa estrutura de coesão e que a área está bastante coberta de vegetação arbustiva, o que confere ao solo certo tipo de proteção ao escoamento hídrico superficial e proteção contra carreamento de material, a área não apresenta sinais de erosividade.

O relevo da área tem gradiente suave a médio, variando de 1 a 15%

O escoamento superficial de águas pluviais é minimizado devido à cobertura natural e a cobertura implantada que existe na área.

O solo é silto-argiloso, de boa coesão, não permitindo transporte laminar de partículas, desde que não sejam precipitações torrenciais.

Na parte sul da área, já fora dos limites do projeto, existe uma remoção de solo, que parece ser a área do Projeto de Compostagem. Essa área tem uma grande superfície de solo exposto às intempéries e que deve ser protegida assim que for possível.

#### 4.4.4.4. Colapsividade / expansibilidade

Na área não foram observados sinais da existência de solos com minerais expansíveis, assim como não foi observado nenhum exemplo de fenômenos de colapsividade ou expansividade que afete qualquer estrutura civil ali construída.

Esse fato é previsível uma vez que a própria Carta de Solos do Estado de São Paulo não indica nenhum risco de solo colapsável ou expansível para o local.

#### 4.4.4.5. Escorregamentos

No local do empreendimento não se observaram sinais de escorregamentos pretéritos e certamente

esse local não apresenta probabilidade deles acontecerem porque se trata de um relevo com gradiente suave, o solo presente é silto-argiloso, com alta coesão, a ocupação antrópica é baixa e a proteção da cobertura local é eficiente neste aspecto.

#### 4.4.4.6. Declividade

Trata-se de um terreno com baixa declividade, especialmente no sentido norte-sul, atingindo valores menores que 3%. No eixo transversal, ou seja, na direção leste-oeste, a declividade é um pouco maior, atingindo 5% na média; em pequenos trechos chega a atingir o valor de 8%.

#### 4.4.4.7. Taludes

Para a avaliação da estabilidade dos taludes foram analisadas as condições dos taludes situados a norte, a leste e ao sul do maciço, identificados, respectivamente, como taludes T.1, T.2 e T.3.

### 4.5. GEOMORFOLOGIA

O estado de São Paulo, sob a visão da geomorfologia, é dividido em cinco grandes províncias: o Planalto Atlântico, a Província Costeira, a Depressão Periférica, as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental.

Dessas províncias, a de interesse nesse trabalho é a Depressão Periférica e, dentro desta, especificamente a Zona do Médio Tietê, que juntamente com as zonas do Paranapanema e do Mogi-Guaçu compõem a província referida.

A Depressão Periférica tem a forma de um imenso arco, na direção NE-SW, no contato entre os sedimentos permo-carboníferos e cretáceos, situado entre as serras cristalinas do Planalto Atlântico e as Cuestas Basálticas, e se apresenta como um compartimento topograficamente deprimido, resultado basicamente de um intenso aplainamento provocado por processos erosionais. Segundo alguns estudos, não há uma correspondência exata entre o desenvolvimento das características geomorfológicas

cas dessa província e os limites geológicos, porém a distribuição de relevos residuais concorda, a grosso modo, com os limites de sills de rochas intrusivas básicas intercalados nas sequências sedimentares.

Na Zona do Médio Tietê predominam relevos de colinas amplas e colinas médias, porém são classificados também relevos de morrotes alongados e espigões e, dentre os relevos residuais já referidos, assinalam-se as mesas basálticas. Isso demonstra que algumas características de uma categoria se associam a feições que caracterizam outro conjunto de formas. Encontram-se ainda planícies aluviais, assinaladas em afluentes do rio Tietê.

A região de Limeira apresenta um relevo que varia de suave a ondulado, com uma média de 1% a 3% de declividade, mas às vezes exibe algumas áreas mais abruptas, com gradientes da ordem de até 30%.

As altitudes oscilam entre 500 metros, no vale do Piracicaba, e 680 a 700 metros, a norte e noroeste do município. A altitude média do município é de 567 metros, de acordo com o marco geográfico do IGC, na Praça Luciano Esteves, e seu ponto culminante é o Pico do Morro Azul, com 831 metros, local este que se situa na divisa com o município de Cordeirópolis.

As cotas altimétricas da região, especialmente na área do aterro, variam de 535 metros a 610 metros acima do nível do mar. Quanto aos gradientes topográficos, são mais suaves e ondulados do lado oeste da área, da ordem de 3 a 10%, e mais inclinados do lado oeste, em direção à calha do Ribeirão do Tatu, com gradientes variando de 20 a 40%.

De modo geral o relevo apresenta colinas com formas predominantemente convexas e o sistema de drenagem é orientado conforme o fraturamento geológico-estrutural.

O relevo da área do aterro se apresenta como um domo alongado, com eixo maior no sentido norte-sul, apresentando dois flancos voltados para leste, que é o vale imposto pela calha do Ribeirão do Tatu, e um vale de menor expressão, do lado oeste, associado a um córrego de menor porte, sem nome específico.

Os gradientes desses dois flancos são suaves e os desníveis topográficos atingem um máximo de 30 metros. Essas características estão apresentadas na Figura 4.27.

A geologia básica da área é representada por siltitos, lamitos, diamictitos, silto-arenitos do Grupo Itararé e diabásios da Formação Serra Geral, o que origina solos do tipo latossolo vermelho-amarelo, latossolo roxo e latossolo vermelho-escuro.

Os índices de dissecação do relevo são maiores nos solos de origem arenosa e menores nos de origem siltico-argilosa. Os índices de dimensão interfluvial variam de pequeno a médio e o grau de entalhamento dos vales é considerado fraco.

Com relação aos parâmetros de fragilidade potencial dos solos da área, considerando que predominam latossolos vermelho-amarelo e amarelo médio, a fragilidade potencial da área é considerada baixa, com formas de dissecação baixa, vales pouco entalhados e, conseqüentemente a densidade de drenagem e o potencial erosivo da área também são baixos.

## 4.6. SOLOS

Para a determinação dos solos ocorrentes no entorno da área referente ao Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II-A do Município de Limeira, utilizou-se do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (EMBRAPA-Solos/IAC, 1999).

Neste documento, considerando a localização geográfica da AID, representada pela sub-bacia do Ribeirão do Tatu, pode-se observar na Figura 4.28, a seguir, a ocorrência de dois tipos de solos: o LV4 e PVA 58, a saber Latossolos Vermelhos Distróficos, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, abrup-ticos, textura arenosa/média e média, A moderado.

### 4.6.1. Descrição das unidades de solos

Para a classificação dos solos no local da área em estudo para implantação do Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II-A foi



Figura 4.27. Mapa Geomorfológico Local



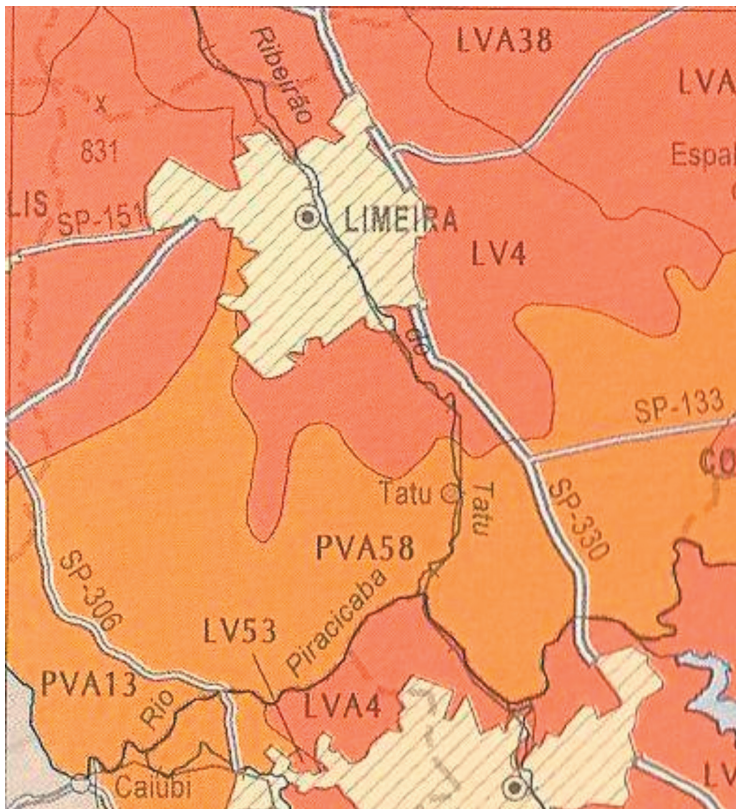


Figura 4.28. Classes de solos na sub-bacia do Ribeirão do Tatu – escala 1:250.000. Fonte: Mapa Pedológico do Estado de São Paulo – EMBRAPA-Solos/IAC – 1999.

adotada metodologia consagrada segundo o estágio atual de conhecimento.

Foi efetuado o mapeamento dos solos de aproximadamente 68,4ha, seguindo os Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos, da Embrapa. Os solos foram descritos e coletados de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo, da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, e posteriormente analisadas as características químicas e granulométricas para fins de levantamento de solos, sendo então classificados até o 4º nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, da Embrapa.

O mapa base utilizado foi a carta planialtimétrica na escala de 1:2.500, do levantamento planialtimétrico cadastral da gleba no âmbito do Projeto Conceitual Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II-A.

Foram amostrados e descritos 10 pontos, sendo 3 trincheiras e 7 tradagens, sendo todos os pontos amostrados georreferenciados (GPS modelo Etrex

vista Garmin®), com as coordenadas indicadas nas Tabelas 4.5 e 4.6. Os limites entre as unidades de mapeamento foram inferidos através das interpretações das relações do solo com o relevo verificado no campo, e estão indicados na Figura 4.29.

As amostras de solo foram enviadas para análises químicas e granulométricas para fins de levantamento de solos nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP. Com os resultados dessas análises foi realizada a classificação dos solos até o 4º nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, da Embrapa.

A partir do mapa base e dos limites das unidades de mapeamento, o processamento dos dados obtidos e edição do mapa foram realizados por meio do software ArcGIS 9.2 (ESRI).

As unidades de mapeamento foram Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (LVAd), Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) e Nitossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Ntoso).

Tabela 4.5. Coordenadas dos pontos de coleta por trincheiras

Identificação da trincheira	Coordenadas (km)		Unidade de mapeamento
1	7.495,759 N	256,885 E	NVef
2	7.495,406 N	256,614 E	LVdf
3	7.495,136 N	257,165 E	LVdf

Tabela 4.6. Coordenadas dos pontos de coleta por tradagem

Identificação da tradagem	Coordenadas (km)		Unidade de mapeamento
TR1	7.495,380 N	257,048 E	NVef
TR2	7.495,283 N	256,869 E	LVA
TR3	7.495,855 N	256,590 E	LV
TR4	7.495,437 N	256,614 E	****
TR5	7.495,814 N	256,748 E	LVA
TR6	7.495,773 N	256,646 E	LV
TR7	7.495,530 N	256,978 E	LVA



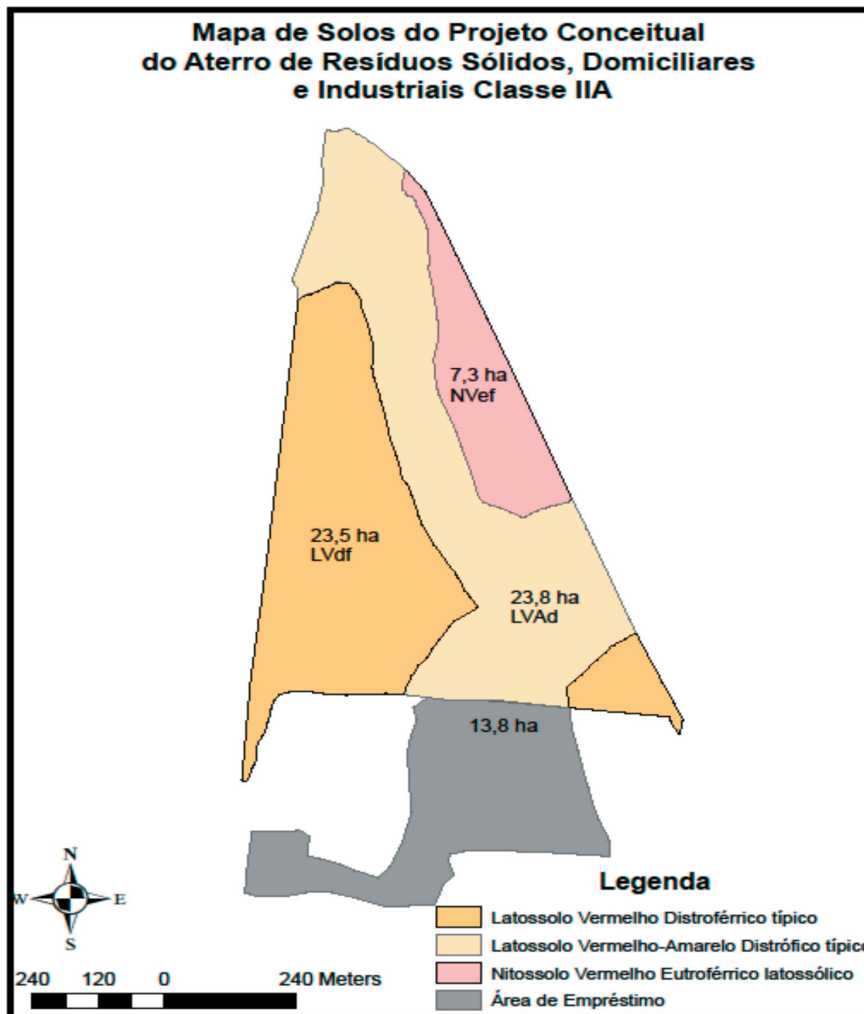


Figura 4.29. Mapa de Solos da área em estudo para implantação de Aterro de Resíduos Domiciliares e Industriais Classe II-A, de Limeira

solo Vermelho Eutroférrico latossólico (Nvef), sendo suas principais características apresentadas a seguir. Nas Tabelas 4.7 e 4.8 estão apresentados os laudos analíticos, respectivamente, das análises químicas e das análises granulométricas de cada classe de solo.

#### 4.6.1.1. LVAd: Latossolo Vermelho-Amarelo Distroférico típico

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de energéticas transformações no material de origem. Constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A

apresenta mais que 150 cm de espessura.

Os solos são distróficos, profundos, bem drenados, de textura argilosa e representam aproximadamente 34,80% da área.

#### 4.6.1.2. LVdf: Latossolo Vermelho Distroférico típico

Os solos desta unidade de mapeamento são similares aos da LVAd, diferindo deste devido aos teores de óxidos de Fe (18 a 36% de  $Fe_2O_3$ ). Tal característica se deve a diferença no material de origem, pois os solos desta unidade de mapeamento são formados a partir de diabásios da Formação Serra Geral.

Esta unidade de solos é a mais indicada para seu uso como material de empréstimo.

#### 4.6.1.3. Nvef: Nitossolo Vermelho Eutroférrico latossólico

São solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila maiores que 350g/kg de solo a partir do horizonte A), estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados. Apresentam horizonte B nítico, abaixo do horizonte A com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150 cm da superfície do solo, com gradiente textural menor que 1,5. São eutróficos, férricos (18 a 36% de  $Fe_2O_3$ ), profundos, bem drenados, de coloração vermelha e cerosidade com quantidade comum a abundante e grau forte.

Tabela 4.7. Resultados das análises químicas por classe de solo

Horizontes	Profundidade (cm)	pH	pH	C	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	T	V	m	
		H <sub>2</sub> O	KCl	(g/kg)	(mg/kg)	(mmolc/kg)								(%)	
P1 - Nitossolo Vermelho Eutroférrico latossólico textura argilosa															
A	0 - 20	6,5	5,4	11,0	1	4,3	31	21	1	31	55,8	86,7	64	1	
AB	20 - 40	5,9	4,7	9,3	1	2,1	28	13	2	19	42,4	61,7	69	4	
Bt1	40 - 70	6,0	4,6	7,5	1	0,9	19	10	3	26	29,7	56,2	53	8	
Bt2	70 - 140	5,6	4,4	7,0	1	0,4	17	13	4	26	30,6	57,1	54	11	
Bw	140 - 160+	6,0	5,0	4,6	1	1,8	4	11	0	20	17,2	37,5	46	0	
P2 - Latossolo Vermelho Distroférrico típico textura argilosa															
A	0 - 15	5,4	4,1	20,9	4	4,3	8	5	8	51	16,6	67,9	24	34	
AB	15 - 35	4,9	4,0	11,0	1	1,6	10	4	14	49	15,2	64,2	24	47	
Bt1	35 - 70	4,9	4,0	7,5	1	0,4	16	4	13	51	20,3	71,6	28	38	
Bw1	70 - 110	5,0	4,1	5,8	1	0,2	10	4	13	38	14,2	52,5	27	48	
Bw2	110 - 180+	4,9	4,2	34,8	1	0,2	5	3	10	35	7,8	42,6	18	55	
P3 - Latossolo Vermelho Distroférrico típico textura argilosa															
A	0 - 10	5,6	4,5	16,2	1	3,4	21	6	3	43	31,1	74,2	42	8	
AB	10 - 25	5,3	4,4	8,7	1	0,8	22	5	4	39	28,6	67,4	42	12	
Bw1	25 - 60	5,3	4,4	5,2	1	0,3	16	4	7	38	20,0	57,6	35	25	
Bw2	60 - 80	5,5	4,8	8,1	1	0,3	15	4	2	17	20,0	37,3	53	8	
Bw3	80 - 145	5,6	5,0	1,7	1	0,1	9	3	2	19	11,5	30,7	38	12	
Bw4	145 - 180+	5,7	5,3	1,7	1	0,1	4	4	0	12	7,5	19,4	38	0	
TR1 - Nitossolo Vermelho Eutroférrico latossólico textura argilosa															
TR1	0 - 20	5,4	4,2	14,5	4	4,3	18	6	7	52	28,6	80,1	36	21	
TR1	60 - 80	4,9	4,0	3,5	1	0,7	9	2	14	40	11,3	51,3	22	55	
TR2 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distroférico típico textura argilosa															
TR2	0 - 20	5,5	4,3	13,9	3	4,3	15	5	6	41	24,5	65,4	38	20	
TR2	60 - 80	5,2	4,2	8,7	1	0,5	13	5	8	33	18,1	50,9	36	29	
TR3 - Latossolo Vermelho Distroférrico típico textura argilosa															
TR3	0 - 20	5,6	4,4	9,9	7	1,9	20	5	3	31	26,8	57,5	47	10	
TR3	60 - 80	4,6	4,0	3,5	1	0,1	2	2	15	22	4,1	25,7	16	78	
TR4 - Área de empréstimo/bota-fora (siltito da Formação Corumbataí em decomposição)															
TR4	0 - 20	5,1	4,3	1,2	1	1,3	3	2	4	11	5,9	16,7	35	43	
TR4	60 - 80	5,2	4,3	1,2	1	0,3	2	1	7	31	2,8	34,2	8	71	

Tabela 4.8. Resultados das análises granulométricas por classe de solo					
Horizontes	Profundidade	Areia total	Silte	Argila	Classe textural
	(cm)	(g/kg)			
P1 - Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico textura argilosa					
A	0 - 20	451	148	401	arg.
AB	20 - 40	457	117	426	arg.
Bt1	40 - 70	427	147	426	arg.
Bt2	70 - 140	263	136	601	m-arg.
Bw	140 - 160+	273	151	576	arg.
P2 - Latossolo Vermelho Distroférico típico textura argilosa					
A	0 - 15	472	153	375	arg.
AB	15 - 35	440	134	426	arg.
Bt1	35 - 70	317	132	551	arg.
Bw1	70 - 110	329	145	526	arg.
Bw2	110 - 180+	348	151	501	arg.
P3 - Latossolo Vermelho Distroférico típico textura argilosa					
A	0 - 10	331	143	526	arg.
AB	10 - 25	238	111	651	m-arg.
Bw1	25 - 60	203	121	676	m-arg.
Bw2	60 - 80	233	116	651	m-arg.
Bw3	80 - 145	252	122	626	m-arg.
Bw4	145 - 180+	254	145	601	m-arg.
TR1 - Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico textura argilosa					
TR1	0 - 20	378	146	476	arg.
TR1	60 - 80	318	131	551	arg.
TR2 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa					
TR2	0 - 20	507	117	376	arg.
TR2	60 - 80	332	117	551	arg.
TR3 - Latossolo Vermelho Distroférico típico textura argilosa					
TR3	0 - 20	564	135	301	md-arg.
TR3	60 - 80	463	136	401	arg.
TR4 - Área de empréstimo/bota-fora (siltito da Formação Corumbataí em decomposição)					
TR4	0 - 20	265	218	517	arg.
TR4	60 - 80	236	288	476	arg.

De todas as amostras de solo coletadas, uma parcela foi direcionada para análises de metais, não tendo sido acusada a presença de quaisquer dos elementos pesquisados em teores acima do limite de quantificação (LQ). Os resultados analíticos dessas amostras encontram-se relacionados na Tabela 4.9 - Resultados analíticos das amostras de solo – metais (anexo).

## 4.7. RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DAS ÁGUAS

Com relação à administração dos recursos hídricos o enfoque deste trabalho é subsidiar a Agência Ambiental com o conhecimento e a avaliação das características do local definido, referente à dinâmica e qualidade das águas superficiais, face à pro-

Tabela 4.9. Resultados analíticos das amostras de solo - metais

Elementos	Identificação das amostras											
	P1 A	P1 AB	P1 Bt1	P1 Bt2	P1 BW	P2 A	P2 AB	P2 Bt1	P2 BW1	P2 BW2	P3 A	P3 AB
Arsênio (mg/kg)	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5
Bário total (mg/kg)	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Cádmio total (mg/kg)	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3
Chumbo total (mg/kg)	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Cobre total (mg/kg)	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Cromo total (mg/kg)	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
Mercurio (mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Níquel total (mg/kg)	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Selênio (mg/kg)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Zinco total (mg/kg)	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0

Tabela 4.9. Resultados analíticos das amostras de solo - metais (continuação)

Elementos	Identificação das amostras											
	P3 Bt1	P3 BW1	P3 BW2	P3 BW3	TR1 0-20	TR1 60-80	TR2 0-20	TR2 60-80	TR3 0-20	TR3 60-80	TR4 0-20	TR4 60-80
Arsênio (mg/kg)	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5
Bário total (mg/kg)	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
Cádmio total (mg/kg)	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3
Chumbo total (mg/kg)	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Cobre total (mg/kg)	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Cromo total (mg/kg)	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
Mercurio (mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Níquel total (mg/kg)	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Selênio (mg/kg)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Zinco total (mg/kg)	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0

posta técnica do projeto de implantação do Aterro de Resíduos Sólidos. Com relação às águas subterrâneas não será dado o mesmo tratamento visto que, na área, não foram encontrados elementos para caracterização de aquífero freático, e os potenciais aquíferos representados pelas formações geológicas do Grupo Tubarão são profundos e isolados da influência de atividades antrópicas por camadas de materiais argilosos e pouco permeáveis (item Aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos, sub-item Água subterrânea).

A área está inserida na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos nº. 5 – UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá, que compõe a Bacia do Médio Tietê – BMT, por sua vez inserida na Bacia

Hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá (BHP-CJ), que é uma das maiores e mais importantes do Estado de São Paulo, onde está localizada sua maior parcela (58 municípios), e uma menor parte no sul do Estado de Minas Gerais (4 municípios).

A Bacia Hidrográfica do PCJ se estende por 15.200km<sup>2</sup>, que corresponde a cerca de 6% da área do Estado de São Paulo, sendo formada pelos rios Jaguari e Piracicaba, que são federais, e pelos rios Capivari, Jundiá e Atibaia, que são estaduais. A população estimada em toda a Bacia é de cerca de quatro milhões de pessoas e trata-se de uma região de grande desenvolvimento econômico.

A atividade industrial é intensa e representa o mais importante núcleo industrial do Estado de



pois da Grande São Paulo, estimando-se que 6% do PIB nacional seja gerado nessa região, demandando cerca de  $16,5\text{m}^3/\text{s}$  de água. A atividade agrícola também é muito forte, com a irrigação consumindo cerca de  $5,5\text{m}^3/\text{s}$ .

A produção de água durante a estiagem fica em situação crítica para o abastecimento público das cidades da bacia e de mais cinco municípios de outras bacias. Adicionalmente a essa demanda, há também a reversão de  $31\text{m}^3/\text{s}$ , pelo Sistema Cantareira, para o abastecimento de cerca de 55% da população da Região Metropolitana de São Paulo.

Na região, somente 12% dos esgotos domésticos recebem tratamento e cerca de 75% das cargas industriais são removidas, lançando uma carga remanescente nos rios da Bacia de cerca de 106t DBO/dia referente aos esgotos industriais e 133t DBO/dia referente aos esgotos domésticos.

Com relação aos resíduos sólidos domésticos, estima-se que sejam geradas, diariamente, duas mil toneladas, sendo que 60% são dispostos em

aterros e os 40% restantes, em lixões e a céu aberto, contribuindo, portanto, para a geração de uma carga poluidora dos recursos hídricos não dimensionada.

O terreno do futuro empreendimento está localizado na Bacia do Rio Piracicaba, sub-bacia do Ribeirão do Tatu, distando cerca de 1,5km de sua margem direita e aproximadamente 5km da sua foz, na margem direita do Rio Piracicaba.

Para o desenvolvimento desse estudo foi considerada como Área de Influência Direta (AID) aquela contida nos divisores de água próximos ao aterro sanitário proposto, abrangendo  $5.564.918,00\text{m}^2$ , haja visto que a área a montante desse local não sofrerá nenhum tipo de influência de poluentes líquidos em caso de acidentes ambientais (Figura 4.30).

Como Área de Influência Indireta (AII) foi considerada aquela que se estende até a foz do Ribeirão do Tatu, na margem direita do Rio Piracicaba, abrangendo  $16.149.420,00\text{m}^2$ . Esta área foi assim

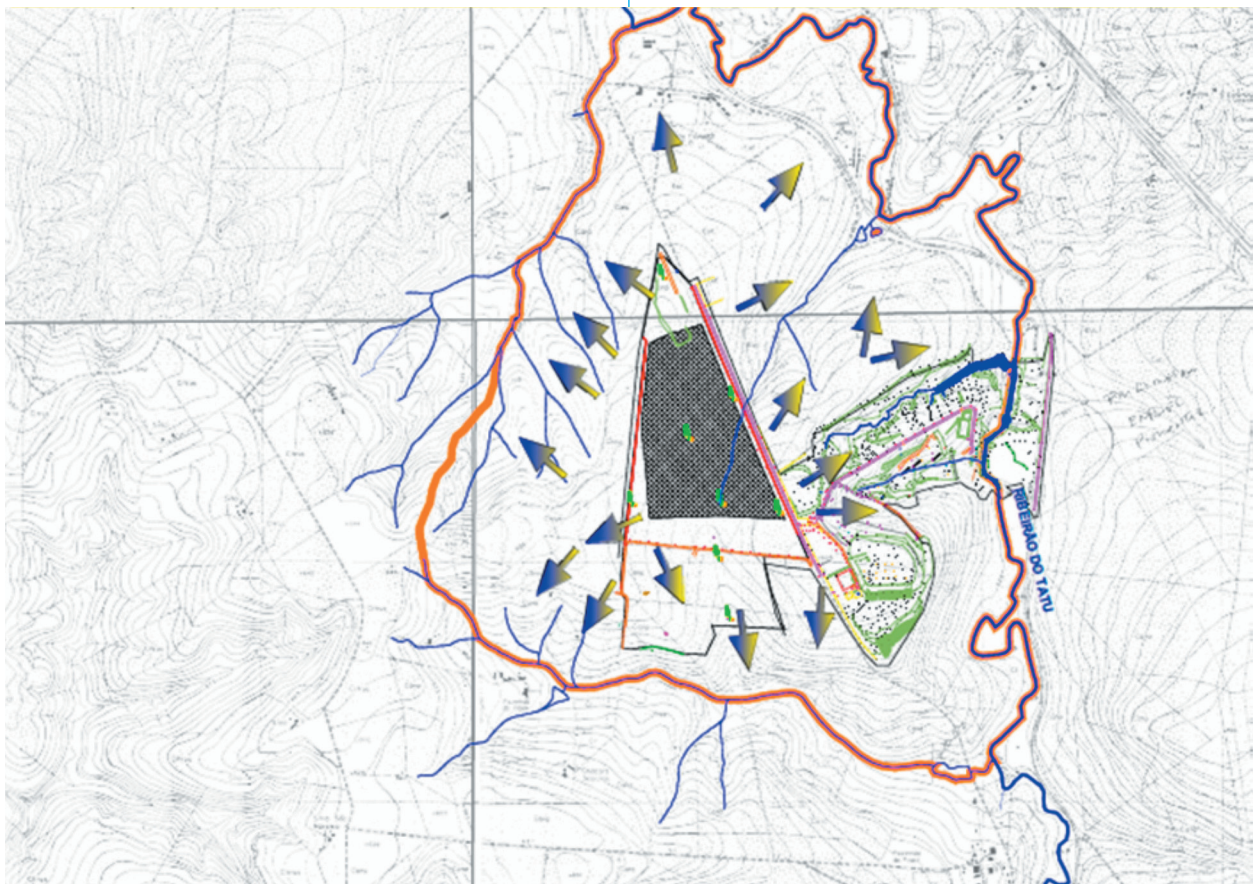


Figura 4.30. Mapa de localização da AID (base IGC, 1:10.000).

considerada porque pode, em caso de acidente ambiental, também ser impactada, pois os dez corpos d'água presentes na AID, sendo todos afluentes do Ribeirão do Tatu, conduzirão a ele eventuais elementos poluentes que venham a receber.

O local de implantação do empreendimento, como em geral o município de Limeira, se enquadra na forma de relevo de Degradação em Planaltos Dissecados, unidade Colinas Médias a Amplas e por isso tem como principais características a drenagem de média densidade com vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas e seu padrão é subparalelo retangular a dendrítico, bastante irregular, com densidade média, como se pode observar na Figura 4.30.

Os tipos de solos identificados na área e descritos no item Solos, apontam para a necessidade de cuidados quanto à prováveis situações de infiltração e escoamento superficial. Nesses casos, recomenda-se especial atenção para as medidas de impermeabilização da ADA, bem como em seu entorno, onde deverão ser executadas obras de contenção do escoamento superficial e infiltração variando de solo para solo as características e a tecnologia a ser aplicada para se obter a eficiência do impedimento dos processos de dinâmica da água.

#### 4.7.1. Escoamento superficial

O local proposto para o Aterro de Resíduos está entre as cotas 575m e 600m, e o Ribeirão do Tatu na cota 520m, e as águas das chuvas, quando ocorrer escoamento superficial devido a solo saturado ou sob capacidade de campo, verterão para todos os lados em direção aos corpos d'água presentes na Área de Influência Direta até atingir a sub-bacia do Ribeirão Tatu, a jusante do local, segundo o esquema apresentado na Figura 4.30.

Conforme anteriormente referido, o tipo de relevo local de planaltos dissecados com colinas médias a amplas, e a drenagem com padrão subparalelo retangular a dendrítico, bastante irregular, de média densidade, relacionados com os tipos de solos presentes, permitem inferir que todos os

cuidados devem ser observados para a contenção de processos erosivos, principalmente aqueles que possam reter o volume das águas das áreas de contribuição a partir da ADA até atingir os diversos mananciais, que se pretenda proteger. Com isso se dará o equacionamento dos processos erosivos e o risco de poluição, relacionados ao escoamento superficial direto a partir da ADA.

#### 4.7.2. Qualidade das águas

Os mananciais que estão abrangidos pelas ADA, AID e AI estão classificados na classe 2, exceção feita ao Ribeirão do Tatu, classificado na classe 4; assim, todos os meios devem ser previstos para que a qualidade das águas seja preservada, e mesmo melhorada, através da recuperação das matas ciliares, demarcação das áreas de preservação permanente – APP's e da observação das normas que regem a implantação e manejo de aterros sanitários.

Os estudos mostram a existência de dez corpos d'água, afluentes do Ribeirão do Tatu, sendo um dentro da ADA e os demais dentro da AID, que apresentam pouca ou nenhuma mata ciliar, o que pode ser considerado fator de degradação. Ainda, há que se considerar os atuais usos do solo na região do estudo, que podem ser atividades que degradam os mananciais, ou os contaminam, como é o caso do Ribeirão do Tatu, que pelo lançamento de esgotos sanitários e industriais, apresenta suas águas ainda poluídas.

#### 4.7.3. Monitoramento da qualidade das águas superficiais

Em função da necessidade de preservação e manutenção da qualidade das águas dos dez corpos d'água afluentes do Ribeirão do Tatu, dentro da ADA e AID, deverão estes ter suas águas monitoradas, sendo necessário o levantamento da qualidade antes da implantação do Aterro de Resíduos e após a implantação do mesmo. Esse procedimento deverá ter a frequência mensal, durante o período chuvoso, e trimestral, durante o período de estia-

gem prolongada, ou de acordo com a determinação da Agência de Controle Ambiental.

Quanto ao monitoramento, deverão ser instalados postos de coleta a fio d'água, em locais próximos ao empreendimento, nas direções dos fluxos d'água e antes da confluência dos tributários com o Ribeirão do Tatu.

## 4.8. DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

### 4.8.1. FLORA

#### 4.8.1.1. Caracterização Regional da Área de Influência Indireta (AII)

O revestimento florestal do Estado de São Paulo é muito diverso. A Floresta Ombrófila Densa, tipologia florestal sob domínio da Mata Atlântica, é bem representada na Serra do Mar em função do relevo acidentado que bloqueou sua degradação pretérita. Outras tipologias florestais apresentam-se na forma de fitofisionomias variadas de tipos de Florestas Mesófilas (Semidecíduas e Decíduas) que se estendem para o planalto interior. Dentre as formações vegetais mais abertas aparece o Cerrado na região central e a oeste, desde as fisionomias designadas de Campos Sujos até as formas florestais de Cerradões. Destacam-se, também, áreas menores com outros tipos de vegetação, especialmente as Restingas, Dunas e Manguezais, na região costeira (Figura 4.31).

Considerando as cotas altitudinais do Estado, podemos incluir as Florestas Montanas na Serra da Mantiqueira, acima dos 1.500 m de altitude, os Campos de Altitude a mais de 2.000 m e as florestas aluvias nas cotas mais baixas. Pela posição geográfica do Estado, ocorrem associados elementos de floras tipicamente tropicais e de floras mais características de regiões subtropicais (Wanderley et al 2003).

A cobertura vegetal na sub-bacia do Rio Piracicaba representam as tipologias florestais interioranas da Mata Atlântica, como a Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, e fitofisionomias de Cerrado na forma de encaves (Prata et al

2007; Wanderley et al 2003; Ivanauskas & Rodrigues 2000). Tais características conferem uma diversidade singular ao proporcionar a ocorrência de elementos florísticos que se interpenetram nas zonas de contato (ecótonos) entre tipologias distintas. O estado de conservação desses remanescentes é bem variável e depende de sua localização, grau de urbanização e densidade demográfica do entorno, além de outros vetores de perturbação antrópica. A região da sub-bacia do Rio Piracicaba (AII) apresenta ainda alguns remanescentes da cobertura vegetal natural, como a Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, porém extremamente fragmentados cobrindo 7,2% da área total dessa sub-bacia (CETESB, 2007).

#### 4.8.1.2. Avaliação da Cobertura Vegetal na Área de Influência Direta (AID)

A metodologia prevista para o enquadramento das tipologias florestais nessa área foram levantamentos bibliográficos secundários. No entanto, esta metodologia é dificultada pela escassez de estudos publicados que caracterizem a cobertura florestal de Limeira. Objetivando acurar o processo de avaliação da cobertura vegetal, foram realizadas análises prévias de imagem de satélite para a localização de remanescentes florestais e respectivas visitas em campo para a verificação do tipo e estado de conservação.

O enquadramento, no que tange as tipologias florestais ocorrentes em Limeira, não foge daquelas previstas para a Sub-Bacia do Rio Piracicaba, sendo aparente o predomínio da Floresta Estacional Semidecídua e encaves de Cerrado. Essas informações foram corroboradas pela análise do mapa florestal municipal gerado pelo Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP) do Instituto Florestal do Estado de São Paulo (Figura 4.31). Nele, fica evidente a baixa cobertura florestal no município representada por 337,38 hectares de mata, 5,52 hectares de Cerrado, 42,69 hectares de vegetação de várzea e 230 hectares de reflorestamentos. Estas tipologias correspondem a respectivamente 0,58%, 0,01%, 0,07% da área administrativa da municipalidade. É importante ressaltar que, devido ao grau de



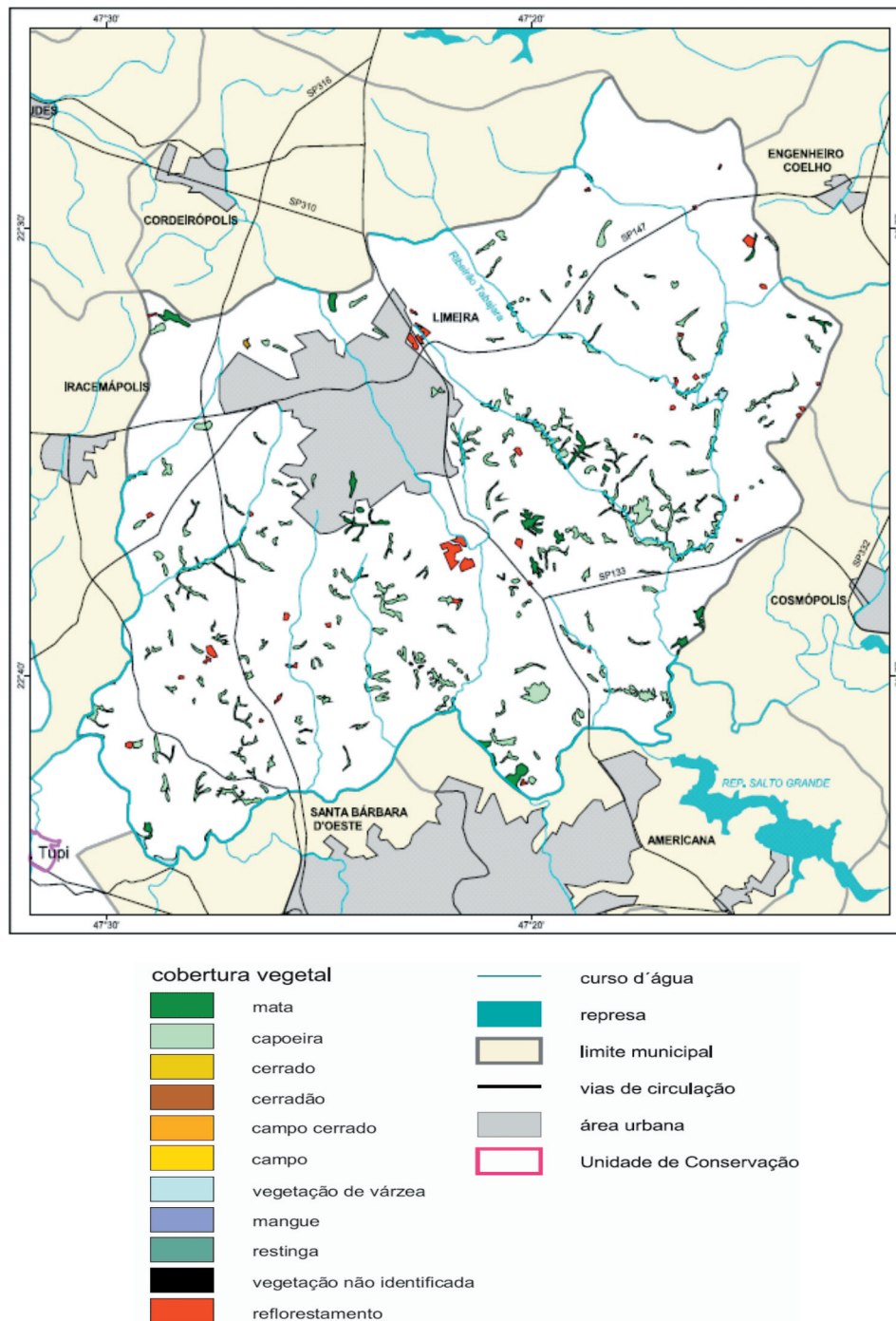


Figura 4.31. Cobertura florestal do município de Limeira, SP. Fonte: Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP) do Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

antropização local, estas tipologias se encontram insularizadas, em condições de conservação variando entre os estágios pioneiros e médios de regeneração, imersos em matrizes de monoculturas e pastagens.

Durante a condução do estudo a paisagem foi interpretada segundo os parâmetros abaixo relacionados:

- Tipologia Florestal – enquadramento dos remanescentes florestais de acordo com as tipologias típicas da região;
- Matriz Circundante – contextualização da paisagem e os efeitos por ela impostas sobre o remanescente;
- Estágio Sucessional – de acordo com a altura do dossel, a presença de lianas e gramíneas



tanto no interior da mata quanto na borda, DAP médio e as espécies que ocorrem

- Grau de Perturbação - são observados fatores que servem de indicadores para o grau de perturbação como presença cipós e lianas, a situação da borda e presença de gado.
- Pressão Antrópica - são observados fatores de perturbação causados pelo homem, tais como fogo, corte de árvores, presença de lixo, etc.

Foram identificadas no campo as espécies mais comuns, para as espécies que havia dúvidas na identificação foram recolhidas amostras e levadas para o herbário da ESALQ/USP em Piracicaba, SP para identificação mais precisa. Foi feito um levantamento qualitativo anotando-se o nome comum, nome científico, e família botânica de cada espécie. Foi também medido o CAP (circunferência a altura do peito) a 1,30 metros do solo.

Foram visitados seis fragmentos florestais localizados dentro dos limites da sub-bacia do Ribeirão do Tatu, com levantamento de 120 espécies vegetais.

#### 4.8.1.2.1. Espécies Exóticas

As espécies exóticas encontradas são na maioria das vezes cultivadas com algum interesse comercial como: *Eucalyptus* sp., *Pinnus* sp, *Grevillea robusta*, *Citrus* sp, café (*Coffea* sp.) e as espécies utilizadas para arborização como a munguba (*Paquira aquatica*) e cultivadas em pomares como o caju (*Anacardium occidentale*). Lembrando que a munguba e o caju são espécies nativas do Brasil, porém não ocorrem naturalmente na região investigada. Em áreas alagadiças foram encontradas também comunidades de lírio do brejo, espécie invasora muito agressiva. A espécie exótica Leucena (*Leucaena leucocephala*) foi encontrada em maciços na beira de estradas e em locais degradados ou improdutivos.

#### 4.8.1.2.2. Indivíduos Arbóreos Isolados

A paisagem da área analisada é influenciada pela presença de laranjais, canaviais, pastagens e



Figura 4.32. À esquerda, funcionário retirando uma amostra botânica e à direita, medindo o CAP (circunferência a altura do peito).





Figura 4.33. Indivíduo isolado de paineira (*Chorisia speciosa*).



Figura 4.34. Indivíduo isolado de jequitibá-branco (*Cariniana strellensis*).



Figura 4.35. Indivíduo isolado de ipê-amarelo (*Tabebuia crishotrica*).



Figura 4.36. Indivíduo isolado de *Pseudobombax grandiflorum*.



grande quantidade de indivíduos isolados, destacando-se a farinha-seca (*Albizia nipoides*), o Jequitibá-branco (*Cariniana estrelensis*), a Paineira-de-pedra, (*Pseudobombax* sp.), a Figueira (*Ficus* sp.), Jaca (*Artocarpus heterophyllus*), Paineira (*Chorisia speciosa*) e Ipês (*Tabebuia* spp.).

As pastagens da região constituem um tipo particular de agroecossistema caracterizado geralmente por baixa diversidade de plantas vasculares. A existência de exemplares arbóreos remanescentes e utilizados como sombra para os animais de pastoreio apresenta grande importância ecológica como a minimização de extremos climáticos, melhoria de condições edáficas e preservação de espécies típicas de Mata Atlântica. Acrescente-se a isto o fato de que árvores isoladas podem servir de elementos de conectividade entre fragmentos ecológicos e como poleiros para aves e animais que poderão induzir o transporte endocórico de propágulos.

#### 4.8.1.2.3. Estrato Herbáceo/Arbustivo

Além da predominância de capins utilizados em pastagens, principalmente o capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-braquiária (*Brachiaria* sp.) e a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) dentre as poáceas, destacam-se também: Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), Capim-pé-de-galinha (*Chloris* sp.), Capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e agrupamentos de bambus (*Bambusa* sp.).

A vegetação de várzea é formada principalmente de plantas herbáceas, sendo que dentre as plantas higrófitas ocorrentes, destacam-se a Taboa (*Typha angustifolia*), o Lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e a Carqueja (*Baccharis trimera*), Junquinho (*Eleocharis* sp.), Carrapichinho (*Alternanthera* sp.), e nos espelhos d' água e fixadas em locais encharcados, foram verificadas as ocorrências de Parassol (*Hydrocotyle umbellata*), Aguapé-flecha (*Pontederia cordata*) e Lírio-aquático (*Nymphaea ampla*).

Nas bordaduras e sub-bosque de fragmentos florestais, nas beiras de estradas e represas e nas porções do terreno a partir das áreas mais alagadas

até as partes mais altas, pode-se observar de forma bastante esparsa, manchas de vegetação compostas por plantas herbáceas e arbustivas. Esses elementos herbáceos e arbustivos são formados principalmente de espécies como: Branqueja (*Pterocaulon lanatum*), Camará (*Lantana camara*), Joá (*Solanum* sp), Camará (*Lantana* sp), Vassourinha (*Baccharis dracunculifolia*), Mamona (*Ricinus communis*), Maranta (*Calathea* sp), Filodendro (*Philodendron* sp), Jurubeba (*Solanum asperolanatum*), Joá-bravo (*Solanum palinacanthum*), Angiquinho (*Aeschynomene* sp), Carrapicho-bravo (*Xanthium strumarium*), Cataia (*Polygonum* sp), Borragem-brava (*Heliotropium indicum*), Hortelã-brava (*Hyptis* sp), Malva (*Sida* sp), Sojinha (*Cleome* sp), Fedegoso (*Senna hirsuta*), Caapeba (*Piper aduncum*), Miconia (*Miconia* sp), Assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) além de cyperaceas tais como Tiriricão (*Cyperus esculentus*), Tiririca (*C. distans*), Tiririca-do-brejo (*C. lanceolatus*), Três-quinas (*C. difformis*), Navalha-de-macaco (*Rhynchospora aurea*). Deve-se ressaltar a presença de Gravatá (*Anannas* sp).

#### 4.8.1.2.4. Plantas Trepadeiras e Epífitas

Os cipós e lianas são de grande importância para a manutenção da fauna, porém quando ocorre em abundância demasiada, são indicadores de degradação, as espécies mais encontradas formando "mantas" e cobrindo árvores do dossel são *Banisteropsis stellares*, *Disticella elongata* e *Pyrostegia venusta*, as outras espécies encontradas foram corda-de-violão (*Ipomoea cairica*) Erva-de-passarinho (*Psittacanthus* sp) e Erva-de-passarinho (*Tripodanthus acutifolius*), *Arrabidaea conjugata*, *Cissampelos andromorpha*. Vale ressaltar ainda a presença de Gravatá (*Anannas* sp) e das samambaia-das-traperas (*Pteridium* sp).

O fragmento de floresta visitado (Figura 4.37) está localizado á beira do rio Piracicaba dentro dos limites do Município de Limeira. A foz do ribeirão do Tatu está localizada do outro lado da Margem do rio Piracicaba como mostra a figura acima. A formação florestal é classificada como Mata Ciliar



que faz parte do domínio da Mata Atlântica do tipo Floresta Estacional Semidecidual. O fragmento florestal está localizado em uma paisagem composta por áreas agrícolas como cultivos de cana de açúcar, pastagens e áreas residenciais. Existe um aceiro em torno do remanescente florestal como forma de proteção contra incêndios.

De acordo com a Resolução CONAMA 01/94 este fragmento florestal encontra-se em estágio médio de regeneração, pois tem um DAP médio de 11,9 cm, com altura do dossel descontínuo variando entre 6 e 8 metros. Tanto na borda quanto no interior da vegetação investigada há uma grande quantidade de brachiária. Quando ocorre no interior da vegetação florestal as brachiárias tendem a impedir com que haja a regeneração natural de espécies nativas. Na borda ficou evidenciada também a presença de bambus (*Bambusa* sp). Foi observada também uma grande quantidade de cipós e lia-

nas colonizando tanto a borda quanto o interior da vegetação. Foram encontradas espécies de lianas como a *Pyrostegia venusta* e *Disticella elongata* formando "mantas" sobre as árvores causando tanto danos mecânicos quanto como competindo por luz. Nos locais onde a vegetação florestal encontra-se mais fechada foi observado uma pequena camada de serrapilheira decompondo e algumas regenerações.

Dentre as espécies encontradas destacam-se: Leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*), Mutambo (*Guzuma ulmifolia*), Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Cabreúva (*Miroxylon peruiferum*), Capixingui (*Coton florinbundus*), Canelinha (*Nectandra megapotamica*), Sangra D'água (*Croton urucurana*) e Goiabeira (*Psidium guajava*).

O fragmento florestal visitado (Figura 4.40) encontra-se na formação de um córrego (não identificado) que é afluente do ribeirão do Tatu. A vege-

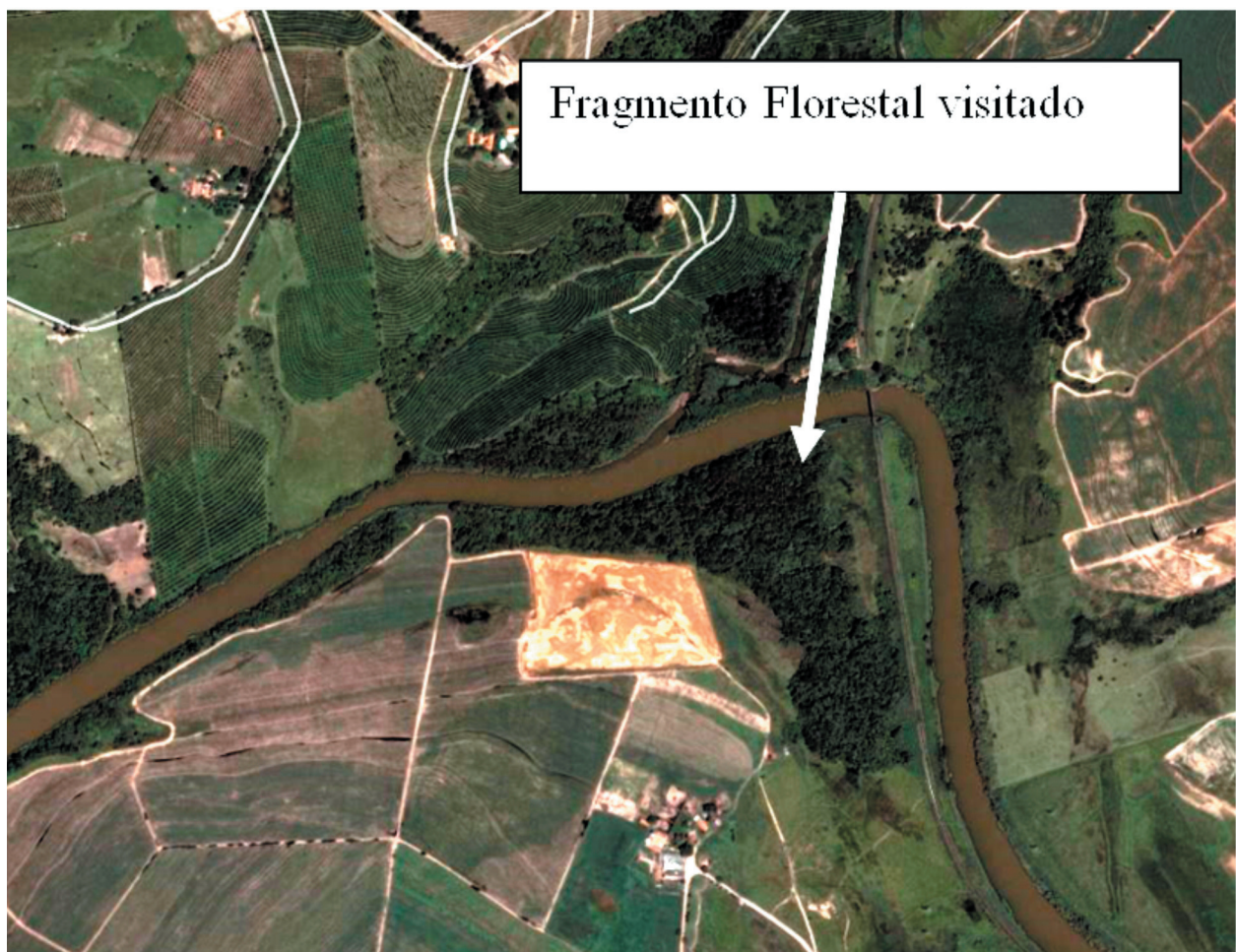


Figura 4.37. PONTO 1. Latitude: 22°40'55.48"S, Longitude: 47°21'50.87"O.





Figura 4.38. Vista lateral da vegetação, observar a presença de brachiária na borda.



Figura 4.39. Vegetação ciliar do Rio Piracicaba em Limeira, SP.

tação é uma mata ciliar que faz parte do domínio da Mata Atlântica classificada como Floresta Estacional Semidecidual. De acordo com a Resolução Conama 01/94 este remanescente florestal en-

contra-se em estágio médio de regeneração, pois tem um DAP médio de 20,66 cm, com dossel que varia de 6 a 11 metros e encontra-se descontínuo. Tem uma camada de serrapilheira formada e sub

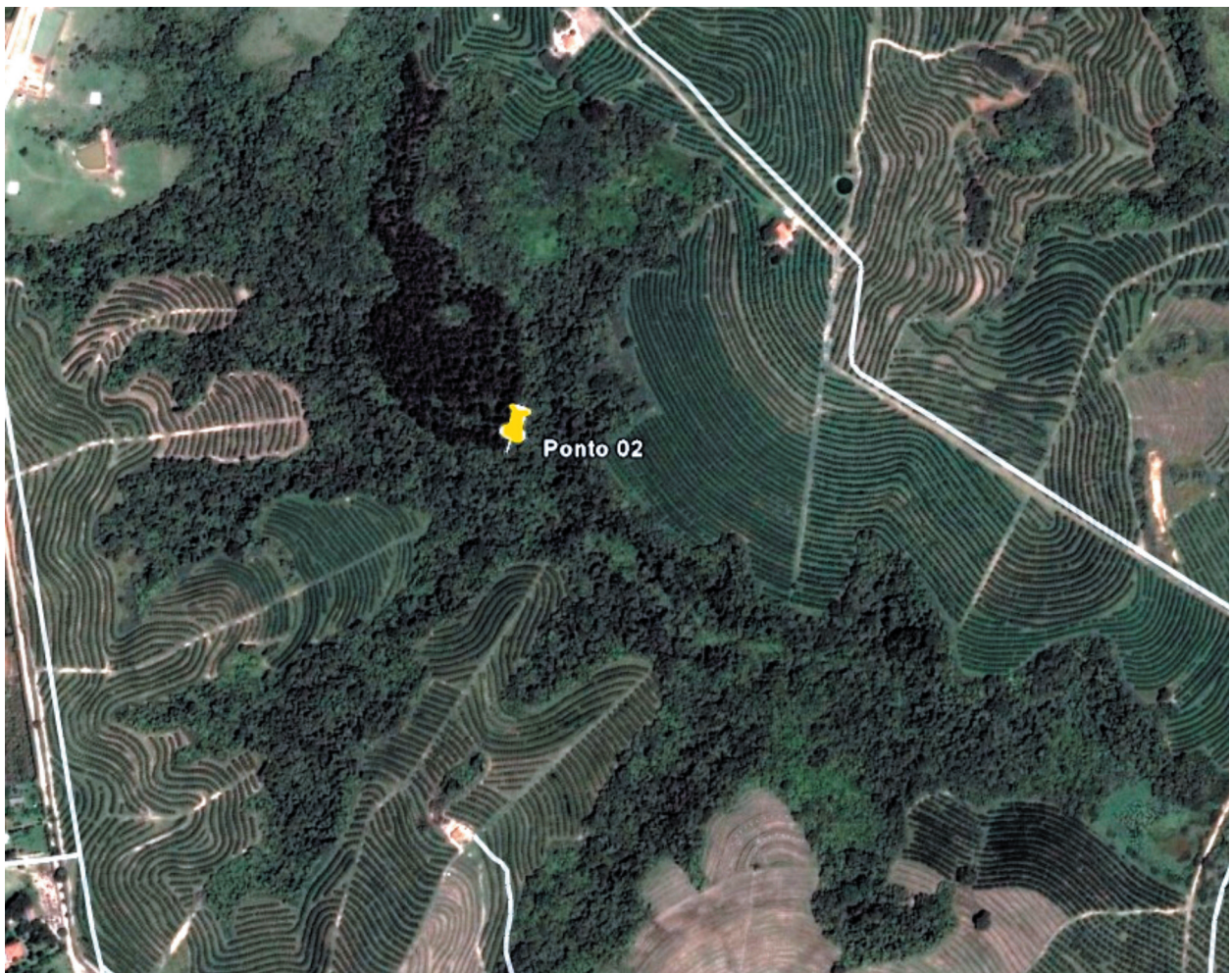


Figura 4.40. PONTO 02 - Latitude: 22°40'3.84"S, Longitude: 47°22'11.14"O.



bosque. A regeneração natural em clareiras é comprometida pela grande presença de capim-colonião, braquiária e lianas do tipo *Pyrostegia venusta*, *Arrabidaea conjugata* e outras. Trata-se de um fragmento bastante heterogêneo variando de locais onde ocorrem apenas herbáceas e arbustos com áreas de ocorrências de espécies adultas chegando a 20 metros de alturas com formação de sub bosque. A área em que existem poucas espécies arbóreas de grande porte faz divisa com pastagens e canaviais onde a pressão de gados e antrópica são maiores. Na área onde a vegetação florestal é mais densa caracteriza-se por ser muito íngreme e de difícil acesso e tem como vizinho os laranjais.

Foram observados muitos indivíduos adultos de jequitibá-branco (*Cariniana estrelensis*) no fragmento, com diâmetros que chegam a 56 cm e frutificando.

A paisagem em que o fragmento está inserido é composta por culturas de cana-de-açúcar, laranjais e pastagens. O fragmento florestal está cercado com cerca de arame liso em sua extensão total, é também circundada por aceiro com aproximadamente 3,50 metros de largura. Na borda deste remanescente florestal foi verificado que existe brachiária exercendo pressão sobre a regeneração. Esta brachiária é utilizada pelos proprietários para pastagem e o gado acaba entrando na vegetação prejudicando a regeneração natural principalmente por causa do pisoteio destes animais.

As principais espécies observadas foram: jequitibá-branco (*Cariniana estrelensis*), Alecrim de campinas (*Holocalix balansae*), capixingui (*Croton florinbundus*), canudo de pito (*Mabea fistulifera*), angico branco (*Anadenanthera colubrina*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), Tapiá (*Alchornea triplinervea*), guaçatonga (*Casearia* sp),



Figura 4.41. Vista lateral da vegetação. Observar pastagem ao fundo.



Figura 4.42. Vista lateral da vegetação. Observar braquiária na borda.



Figura 4.43. Vista lateral da vegetação. Observar a brachiaria na borda e o caminho do gado.





Figura 4.44. Indivíduo de jequitibá-branco.

mamica de porca (*Zanthoxylum* sp), leiteiro (*Peschieria fuchsinifolia*), canelinha (*Nectandra megapotamica*), pau-viola (*Citarexylum miriantum*), embira de sapo (*Jacaranda* sp), araçá (*Psidium* sp).

O Ponto 03 é um fragmento florestal (Figura 4.47) localizado dentro dos limites do município de Limeira e distante cerca de 1.690 metros a sudeste do aterro. Esta vegetação faz parte de um afluente (não identificado) do ribeirão do Tatu. Está bem próximo de outro fragmento florestal com características parecidas.

Esta vegetação é uma mata ciliar que está no domínio da Mata Atlântica e é classificada como Floresta Estacional Semidecidual. Existem áreas neste fragmento em que foi evidenciado reflorestamentos principalmente em áreas de nascente.

Conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama 01/94 este fragmento está classificado como em estágio inicial de regeneração, pois apresenta um DAP médio de 8,53 cm, apresenta um dossel baixo que varia de 3 a 7 metros e apresenta-se descontínuo. A serrapilheira – quando existe – apresenta uma fina camada em decomposição e



Figura 4.45. Fruto de araribá.



Figura 4.46. Vista lateral da vegetação.

quase não há regeneração natural, pois foi observado brachiária dentro da formação florestal.

A paisagem em que está inserida a vegetação é composta em sua maioria pelo cultivo da cana-de-açúcar e algumas pastagens. Existem dois fragmentos florestais com características parecidas distantes cerca de 200 metros.

No dia em que a equipe de flora esteve no local estava sendo realizado o preparo do solo para o plantio de cana-de-açúcar.

Este fragmento é circundado por um aceiro de aproximadamente 3 metros de largura em bom estado de conservação. Não há cerca. Trata-se de uma vegetação altamente perturbada por ação antrópica (causada pelo homem) como extração de bambus, vestígio de presença de máquinas e lixo. Além deste fator existe na borda deste fragmento um ponto em que há vários pés de jabuticaba for-





Figura 4.47. Ponto 03 - Latitude: 22°37'13.83"S, Longitude: 47°22'51.13"O.

mando um pomar que serve de abrigo para os trabalhadores rurais.

O Ponto 04 (Figura 4.54) é um fragmento florestal inserido na área urbana do município de Limeira no bairro Cecap – Parque das Nações. Trata-se de

uma vegetação altamente perturbada pela presença de espécies exóticas como a leucena e brachiária, e por estar em uma área residencial, sofre uma grande pressão antrópica. Como existiam placas de advertência no local sobre o perigo por causa da



Figura 4.48. Vista lateral da vegetação. Observar o trilho de máquinas agrícolas "cortando" o fragmento.



Figura 4.49. Indivíduo de Eritrina mulungu na borda "abafado" pela brachiária





Figura 4.50. Vista do córrego. Observar presença de lixo.



Figura 4.51. Vista lateral. Boas condições do aceiro.



Figura 4.52. Evidências de extração de bambus (*Bambusa* sp.).



Figura 4.53. Floração da guaçatonga (*Casearia* sp.).

infestação de carrapatos (vetor da febre maculosa) não foram feitas as medições de DAP, portanto não será possível classificá-la quanto ao seu estágio sucessional utilizando este parâmetro conforme a Resolução Conama 01/94.

Foi verificada uma grande quantidade de indivíduos de leucena formando maciços e também indivíduos adultos de eucalipto (*Eucalyptus* spp.)

Existem alguns esforços para que se arborize a área, pois foram evidenciadas algumas árvores plantadas provavelmente por moradores. Existem áreas em que moradores cultivam bananas. Mesmo sem adentrar a vegetação foi possível observar uma grande quantidade de lixo espalhado pelo local.

O local é bastante utilizado pela população local como passagem de acesso a bairros vizinhos.

O Ponto 5 (Figura 4.57) é um remanescente florestal situado no município de Cordeirópolis próxi-

ma a divisa com o município de Limeira. Está localizado á beira da rodovia Dr. Cássio de Freitas Levy e próximo ao entroncamento das rodovias Anhanguera, Washington Luiz e Anhanguera.

A paisagem em que está inserida é composta principalmente por canaviais e pastagens. Está circundada por um aceiro de aproximadamente 3,3 metros de largura e em bom estado de conservação.

A vegetação da floresta faz parte do domínio da Mata Atlântica classificada como Floresta Estacional Semidecidual. Conforme parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama 01/94 este fragmento floresta encontra-se em estágio médio de regeneração, pois tem um DAP médio de 19,4 cm, com uma camada fina de serrapilheira em decomposição porém continua. A regeneração perto da borda é diretamente afetada pela presença de gramíneas in-





Figura 4.54. Ponto 04 - Latitude: 22°35'35.07"S, Longitude: 47°24'11.87"O.



Figura 4.55. Vista lateral.



Figura 4.56. Vista lateral.





Figura 4.57. Ponto 05 - Latitude: 22°30'43.79"S, Longitude: 47°26'53.22"O.

vasoras, enquanto quanto mais próximo ao centro da vegetação há uma maior formação de regenerações naturais ocorrendo. Ocorrem também uma maior diversidade de trepadeiras lenhosas (lianas) como a *Pyrostegia venusta*, *Urvillea ulmaceae*, *Arabidaea conjugata*, *Cissampelos andromorpha* e *Banisteropsis stellares*.

Na borda foi verificada presença expressiva de gramíneas como o capim-colômbio e a braquiária. Dentre as lianas destacam-se a *Pyrostegia venusta* em floração e *Urvillea ulmacea* em frutificação, formando "mantas" sobre as árvores do dossel e das bordas exercendo uma pressão mecânica sobre os troncos e competindo por luz.

O dossel deste remanescente florestal varia de 6 a 14 metros e apresenta-se descontínuo e com uma grande quantidade de indivíduos mortos em pé.

Este fragmento florestal alterna formações de mata ciliar e vegetação de terra firme dependendo da topografia do local. Há dentro dos limites da vegetação uma nascente onde ocorrem espécies típicas de áreas úmidas como o pau-viola, sangra d'água, ingá, figueira, tamboril, entre outras.

Na parte onde é mais seca ocorrem árvores de maior porte chegando a 15 metros de altura. As árvores que mais se destacaram foram: jequitibá-branco; jequitibá-vermelho; jatobá; copaíba, jacarandá-bico de pato, guatambu, alecrim de campinas, canela amarela, etc.

A vegetação investigada neste Ponto 06 (Figura 4.60) é o Horto Florestal Professor André Franco Montoro e está localizado à beira da estrada municipal Jurandyr Paixão no Km 04, a aproximadamente 400 metros do local do empreendimento dentro





Figura 4.58. Vista lateral do fragmento florestal. Observar as boas condições do aceiro.



Figura 4.59. Gramíneas exercendo pressão na borda.



Figura 4.60. Ponto 06 Latitude: 22°37'29.74"S, Longitude: 47°21'50.56"O.



dos limites do município de Limeira. A administração do horto fica a cargo da prefeitura municipal de Limeira e tem atrativos turísticos como lago com pedalinhos, trilhas, bares e quiosques.

A paisagem em que o horto está inserido é composta por bairros rurais, pastagens e indústrias.

A vegetação do horto é formada por eucalipto (*Eucalyptus* spp.) muito antigos e com uma regeneração de sub-bosque no local, foram encontrados gravatás no sub-bosque frutificando e espécies generalistas como a siparuna (*Siparuna brasiliensis* Spreng.) A. DC. Foram encontrados também *Trichila* spp. Existem alguns talhões que estão sendo explorados para a utilização das toras para projetos de infra-estrutura do próprio horto.

Como é uma floresta em si é exótica e a regeneração presente no sub-bosque possui diâmetros ainda bastante pequenos, não foi possível utilizar os parâmetros da



Figura 4.62. Aspecto da retirada de eucaliptos.



Figura 4.63. Regeneração natural.



Figura 4.61. Regeneração incipiente no sub-bosque de eucaliptos.



Figura 4.64. Perturbação antrópica.



Resolução Conama 01/94 para a classificação quanto ao seu estágio sucessional.

A análise da vegetação na ADA permitiu a confecção do mapa de vegetação nativa na área de influência direta (AID) identificando os respectivos estágios sucessionais conforme previsto no Parecer Técnico CPRN/DAIA/137/2008 (anexo).

## 4.8.2. Florística e Fitossociologia da ADA

### 4.8.2.1. Metodologia

A caracterização da vegetação na ADA foi discrepante entre as modalidades de uso e ocupação do solo. As modalidades de uso definidas como matriz graminóide e solo exposto foram inventariados floristicamente apenas em termos qualitativos devido à predominância do estrato herbáceo. A abordagem metodológica para o estrato herbáceo se resumiu nas coletas de exemplares para identificação.

Nas áreas florestadas houveram inventários quali-quantitativos pelo método de parcelas de tamanho fixo (50x20m) (Muller-Dombois & Ellemberg, 1974; Milton 2007). As parcelas foram demarcadas por meio de estacas de madeira e delimitadas por fitilho. Dentro dos limites das parcelas, foram amostrados todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou superior a 10 cm. Este critério de inclusão permitiu uma maior representatividade da flora local, uma vez que, incluiu indivíduos com porte a partir de 3,18 cm de diâmetro a 1,30 m do solo (DAP). Este critério foi estabelecido em função do baixo número de indivíduos com DAP superior a 15 cm. Todos os indivíduos amostrados tiveram o CAP medido com trena e a altura estimada. Para a coleta de material para reconhecimento ou identificação botânica, foi utilizado um podão com cabo telescópico e tesoura de poda. A identificação das espécies foi feita por especialista ou por comparação no herbário da ESALQ/USP em Piracicaba. O sistema de classificação adotado foi o APG II (Angiosperm Phylogeny Group) e os binômios corrigi-

dos no sítio do Missouri Botanical Garden ([www.mobot.org/tropicos](http://www.mobot.org/tropicos), acessado em 20/04/2009).

A distribuição espacial das parcelas foi baseada na ocorrência dos poucos remanescentes florestais nativos dentro dos limites da ADA e da permissão de entrada em áreas particulares. Nas linhas de drenagem ao norte, somente foi possível a alocação de uma parcela em terras públicas, uma vez que, não foi permitido o estudo em área de propriedade privada. É importante ressaltar que, apesar da imagem de satélite mostrar uma grande área florestada no Horto, esta é basicamente formada por vegetação exótica ao Brasil (*Pinus* sp. e *Eucalyptus citriodora* Hook) e ao estado de São Paulo (Seringueira - *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR de Juss.) Muell. Arg. - Euphorbiaceae). Portanto, a flora nativa está pouco representada no Horto, e condicionada ao sub-bosque de Eucalipto. Nas porções de sub-bosque de *Pinus* e Seringueira, a vegetação nativa está condicionada a indivíduos de porte muito reduzido, e mesmo o baixo critério de inclusão (DAP) não permitiu sua amostragem. Desta forma, uma parcela foi alocada na porção sul do empreendimento (Granja), outra a norte (Museu da Fruta) e outra no Horto Florestal (Figura 4.65), áreas pertencentes à Prefeitura Municipal.

### 4.8.2.2. Resultados

#### 4.8.2.2.1. Matriz Graminóide

A matriz graminóide que domina a porção central da ADA (Figura 4.65) é composta pelas gramíneas *Panicum maximum* e *Brachiaria* sp. Plantas dessa família formam um extenso grupo vegetal de monocotiledôneas com distribuição cosmopolita; ocorrem desde áreas ao nível do mar até áreas montanhosas. Ecologicamente, são plantas agressivas, consideradas espécies invasoras características de estágios sucessionais iniciais, com habilidade competitiva singular em virtude de aspectos morfo-fisiológicos e reprodutivos tais como: i) fotossíntese C4, mais eficiente na utilização de CO<sub>2</sub>, promovendo rápido desenvolvimento (Taiz & Zeiger

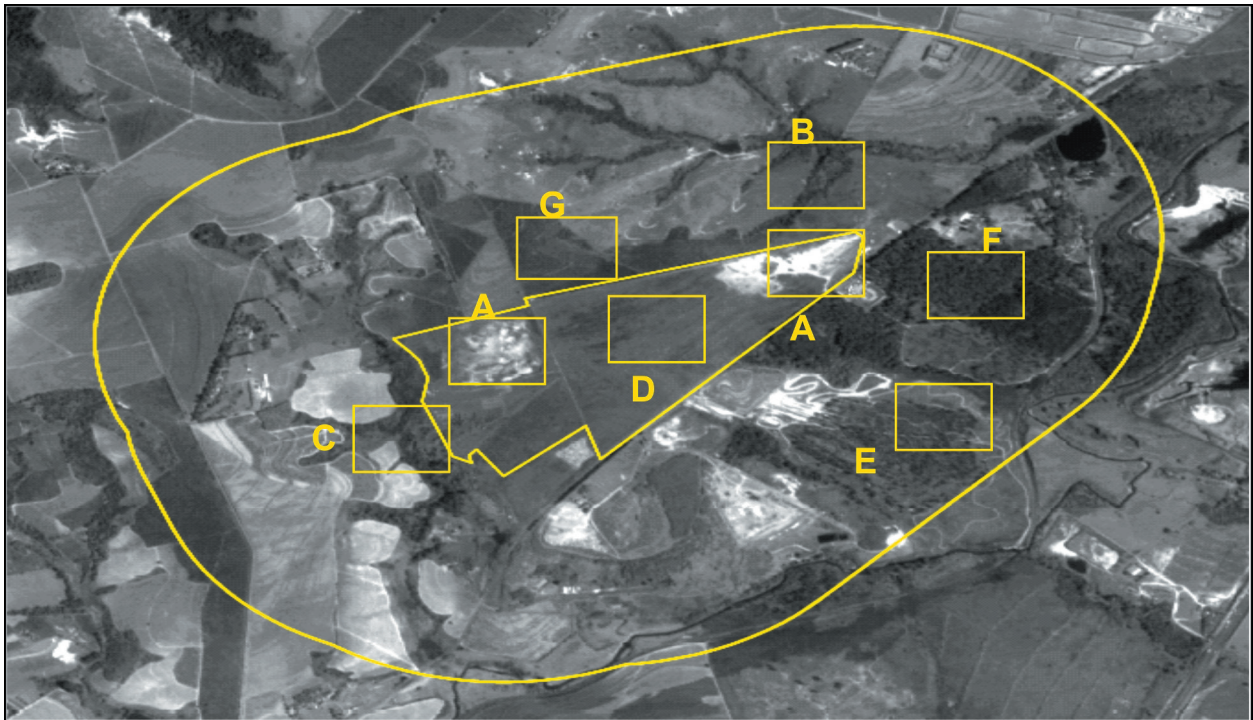


Figura 4.65. Distribuição espacial dos pontos de amostragem da biota na ADA. A figura de aspecto geométrico semelhante a um triângulo representa a gleba destinada à implantação do empreendimento, enquanto que a figura circular é o buffer de dois quilômetros dentro do qual a biota foi amostrada. A = Solo Exposto; B = Floresta Ciliar (Museu da Fruta); C = Floresta Ciliar (Granja); D = Matriz de Capim Colonião; E = Floresta Ciliar do Ribeirão Tatu (MotoCross); F = Floresta (Horto Florestal); G = Citricultura.



Figura 4.66. Matriz graminóide composta de capim colonião (*Panicum maximum*) e braquiária (*Brachiaria* sp.) na sua totalidade. Nesta matriz não estão presentes indivíduos arbustivo-arbóreos nativos.



2004); ii) sistema radicular fasciculado que permite uma pronta captura de nutrientes nas camadas superficiais do solo (Gonçalves e Lorenzi 2007); iii) r-estrategistas – plantas com reprodução precoce, período fértil longo, que resulta na geração de um grande número de descendentes, e estratégia reprodutiva mista por sementes e/ou rizomas (Krebs 2001). Essas características associadas conferem a estes vegetais inibir o processo sucessional (Fernside 1990; Silva Junior, 2004). Conclui-se que nesta matriz não ocorre espécies raras, de interesse científico e/ou econômico. Por estar no centro da ADA, a implantação do empreendimento não representa risco biodiversidade a vegetação local.

#### 4.8.2.2.2. Áreas de Solo Exposto

As áreas de solo exposto assim se apresentam em virtude da extração de terra para fins diversos.

Após o seu abandono, o local passou a ser alvo de regeneração de espécies ruderais e pioneiras pertencentes ao estrato arbustivo-arbóreo. Hoje, o que se verifica é a ocorrência de poucos indivíduos arbóreos isolados, no qual se destaca a Crindiúva (*Trema micrantha* (L.) Blume.- Ulmaceae), o arbusto o Alecrim do Campo (*Baccharis dracunculifolia* DC - Poaceae) e touceiras de Capim Gordura (*Melinis minutiflora* - Poaceae), Capim Braquiária (*Brachiaria* sp. - Poaceae) e Capim Colonião (*Panicum maximum* - Poaceae). As áreas de solo exposto são também áreas degradadas em função de seu uso pretérito. Apesar da existência de elementos arbustivo-arbóreos, a colonização dessa área está comprometida pelo grau de isolamento e desconectividade com fragmentos adjacentes. Por estar no centro da ADA, a implantação do empreendimento não representa risco para a biodiversidade a vegetação local.

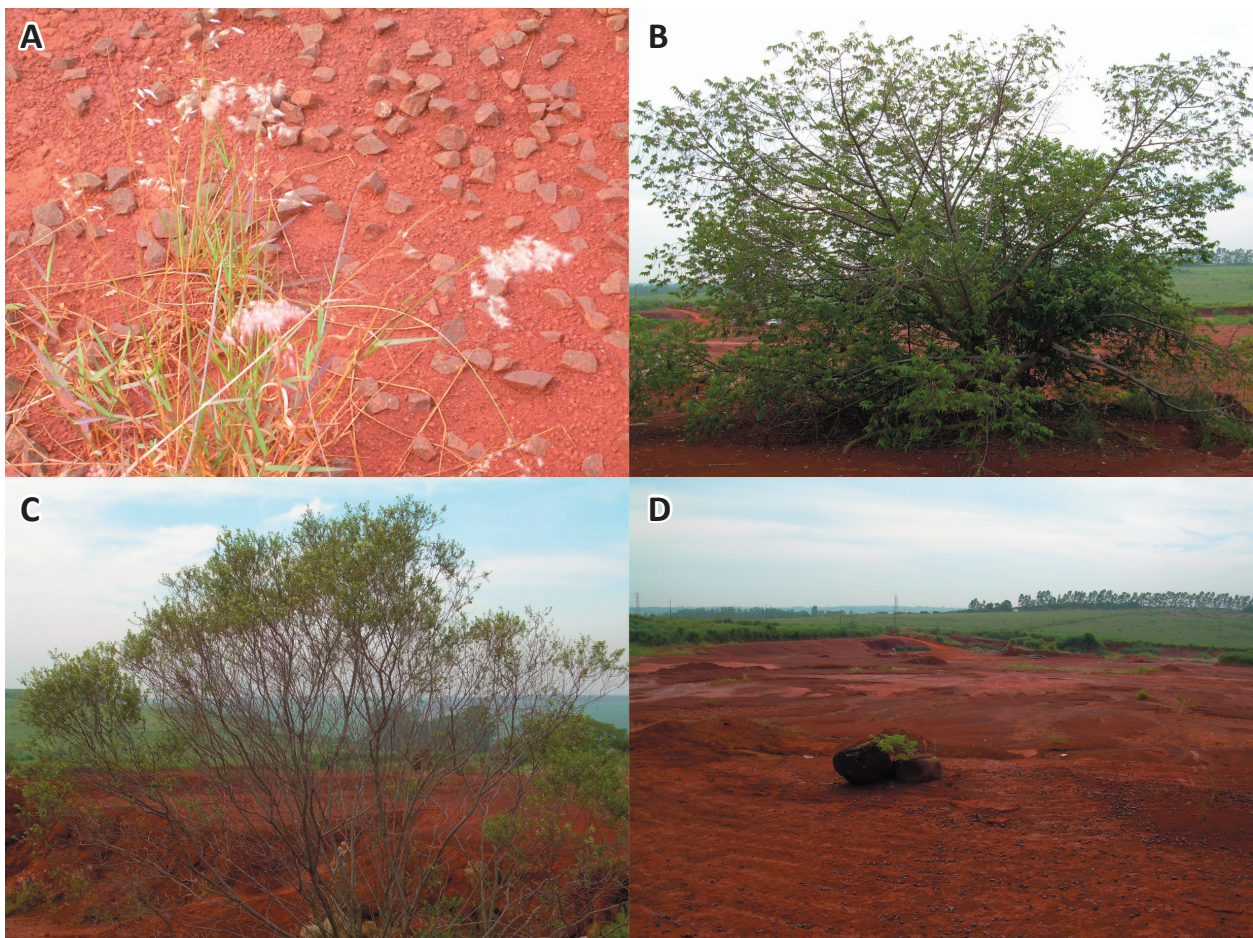


Figura 4.67. Regeneração natural de elementos florísticos isolados na área de solo exposto: A) Capim gordura (*Melinis minutiflora*); B) arbusto de Alecrim do campo (*Baccharis dracunculifolia*); C, D) Crindiúva (*Trema micrantha*).



#### 4.8.2.3. Florestas

O levantamento florístico e fitossociológico realizado nas três áreas florestadas da ADA totalizou 50 espécies distribuídas em 28 famílias botânicas, o que condicionaram um índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) de 3,44. A distribuição diamétrica enquadra as florestas num estado médio de regeneração, contendo 48 espécies.

Os resultados da estrutura fitossociológica mostram a distribuição heterogênea típica das florestas tropicais. Os valores de densidade relativa (DR) expressam a abundância de cada população, em termos percentuais, em relação à comunidade total (Milton, 2007). As espécies mais abundantes foram aquelas com mais de cinco indivíduos na população e responderam por 76% dos indivíduos amostrados, sendo: *Casearia sylvestris* (11,24%), *Aloysia virgata* (7,36%), *Alchornea triplinervia* (6,98%), *Ilex* sp. (5,81%), *Siparuna* sp. (5,43%), *Tapirira guianensis*, *Piptadenia gonoacantha* e *Croton floribundus* (5,04% cada), *Guarea guidonea* (3,88%), *Sebastiania commersoniana* (2,71%), *Sapium glandulatum*, *Machaerium* sp., *Bauhinia* cf. *longifolia*, *Galipea jasminiflora* e uma morfoespécie (2,33% cada) e *Zanthoxylum rhoifolium*, *Trichilia* cf. *clausenii* e uma morfoespécie (1,94%).

O padrão de poucas populações com indivíduos de grande porte são peculiares às florestas da Granja e Museu da Fruta, e não se repete na floresta do Horto, cujos indivíduos são predominantemente de pequeno porte. Esta entre outras características das florestas estudadas estão evidenciadas na Tabela 4.10.

A **Floresta do Horto** é composta predominantemente por indivíduos de pequeno porte, cujos

DAP's são preponderantemente inferiores a 10 cm. Apenas três indivíduos anotaram DAP superior a 10 cm [*Cordia selowiana* (22,3 cm); *Piptocarpha macrocarpa* (11,14 cm) e *Ilex* sp. (10,5 cm)]. Esta propriedade a enquadra legalmente (Resolução Conjunta do SMA/IBAMA SP 1/94) num **estágio inicial de regeneração**. A Floresta do Horto (Figura 4.68) apresenta uma incidência alta de lianas, com poucas epífitas e uma camada de serapilheira mais proeminente em relação às outras florestas em função da topografia mais plana que permite seu acúmulo. Esta floresta tem origem num núcleo de espécies nativas regenerantes no sub-bosque de um antigo plantio de eucaliptos. Os eucaliptos compõem um dossel aberto com altura estimada em torno de 25 m. Já estrato mais baixo é composto por plantas herbáceas, capim braquiária (*Brachiaria* sp.) e capim gordura (*Melinis minutiflora*). Partindo desse núcleo em direção à borda da floresta, é constatado o desaparecimento da floresta nativa que cede espaço aos eucaliptos e gramíneas. Nestas porções mais externas da floresta são evidentes marcas de incêndios no passado (Figura 4.69). As pressões bióticas (eucaliptos e gramíneas) juntamente com abiótica (p.ex. incêndio) sugerem a base ecológica da dinâmica sucessional nessa floresta. A floresta hoje presente teve sua regeneração impulsionada pela presença de eucaliptos antigos que funcionaram como poleiros e abrigos para a fauna dispersora de sementes que propiciou a origem do núcleo florestado. No entanto, possíveis efeitos alelopáticos, de competição interespecífica e a ocorrência de incêndios parecem suprimir o processo sucessional, prevalecendo o modelo inibitório de sucessão preconizado por Connell e Slatyer (1977). No entanto, a continuidade do processo de dispersão de sementes para dentro do núcleo, respostas diferenciadas aos incêndios e flutuação nos níveis de luminosidade conferem nichos passíveis de serem ocupados por espécies ecologicamente distintas, condicionando o maior índice de diversidade individual na ADA ( $H'=2,8$ ).

As **Florestas da Granja e Museu da Fruta** são florestas semelhantes em estrutura, onde indivíduos de

Tabela 4.10. Síntese descritiva das características encontradas nas florestas estudadas com o enquadramento sucessional com base legal.

Local	Parcela	DAP (Médio)	$H'$	Legislação
Horto	P1	6,13	2,8	Inicial
Granja	P2	10,52	2,61	Inicial
M. Fruta	P3	12,47	2,61	Inicial
	<b>Total</b>	<b>9,67</b>	<b>3,44</b>	<b>Inicial</b>



Figura 4.68. núcleo de floresta nativa regenerando no sub-bosque de um antigo plantio de eucaliptos – Floresta do Horto.

grande porte estão presentes. No enquadramento legal (Resolução Conjunta do SMA/IBAMA SP 1/94), estas florestas são classificadas como em **estágio inicial de regeneração**, mas num estágio mais avançado em relação à Floresta do Horto. O DAP médio da Floresta do Museu da Fruta foi 10,52 cm, apresentou 24,17% dos seus indivíduos com DAP entre 10 e 20 cm, e apenas 15,38% de indivíduos com DAP acima de 20 cm. A Floresta da Granja apresentou DAP médio de 12,47 cm, com 18,52% de seus indivíduos com DAP maior que 10 e menor que 20 cm, e 21% de indivíduos com DAP acima de 20 cm.

A presença de lianas é típica dessas florestas, mas o acúmulo de serapilheira é menor talvez devido à declividade do terreno. Na floresta da Granja, foi registrada a presença de epífitas mais proeminentes (Bromeliaceae) em poucos indivíduos arbóreos. A estrutura dessas florestas sugere que suas origens são semelhantes com a Floresta do Horto

em termos da dinâmica da chuva de sementes, banco de sementes e plântulas. No entanto, indivíduos de espécies nativas que resistiram à degradação no passado, hoje dominam a comunidade florestal em termos de área basal. Esses indivíduos conferiram locais seguros para abrigo, pouso ou nidificação para a fauna dispersora de sementes que originaram essas florestas. O efeito de antropismos ainda são sentidos na forma de altas incidências de gramíneas, monoculturas e supressão por lianas (Figura 4.70). O maior grau de isolamento dessas florestas talvez explique o menor índice de diversidade ( $H' = 2,61$ ) (Tabela 4.10).

Dentre os gêneros ou espécies comuns às ocorrentes nas Florestas Ombrófilas e Semidecíduas previstas em lei para o Estado de São Paulo (Resolução Conjunta SMA IBAMA/SP Nº 1, de 17 de Fevereiro de 1994) e este estudo destacam-se *Gochantia polymorpha*, *Guapira* spp, *Ricinus communis*,



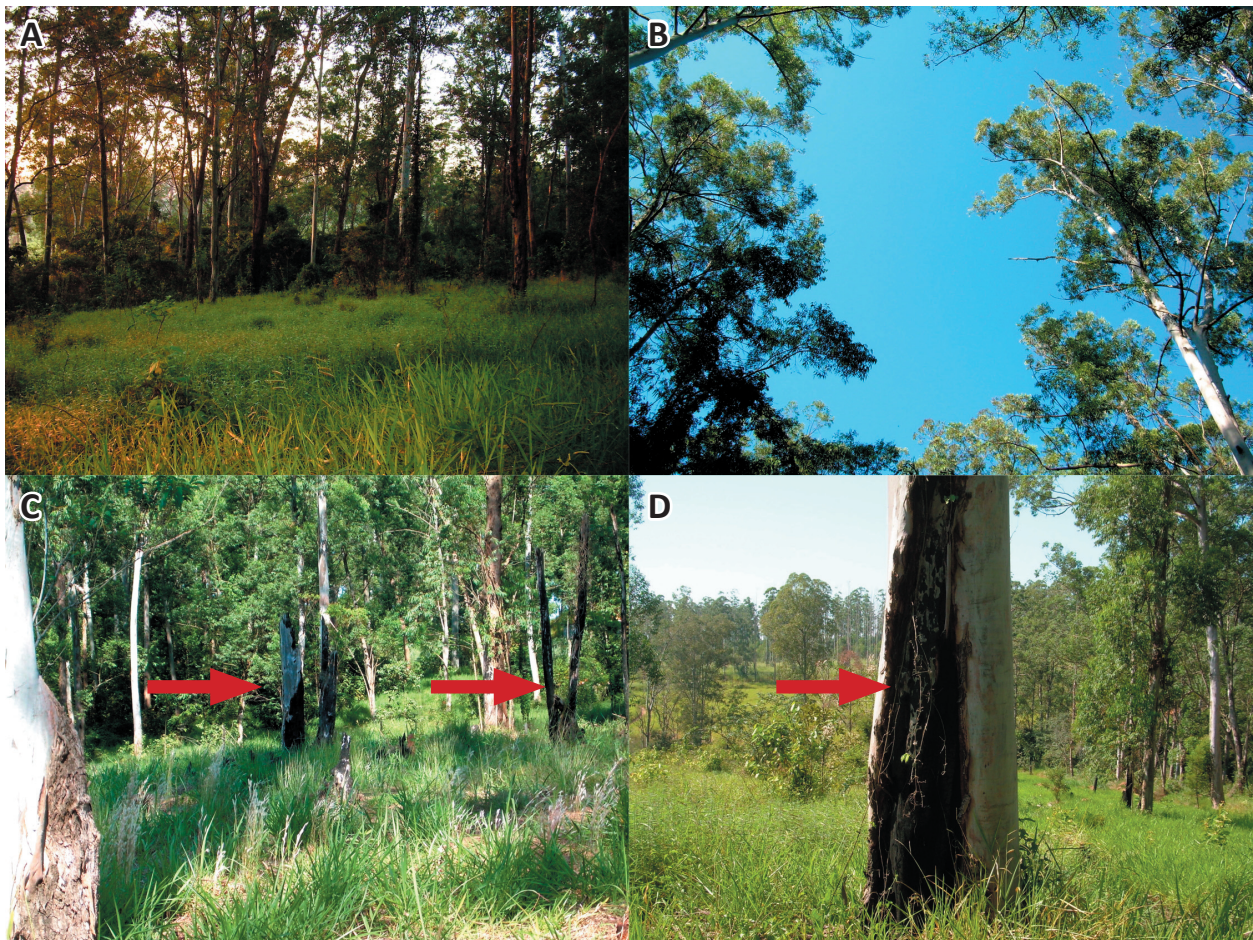


Figura 4.69. Aspectos da Floresta do Horto. A) aspectos do entorno do núcleo de vegetação nativa sob su-bosque de eucaliptos; B) dossel aberto do antigo plantio de eucalipto; C e D) indícios que incêndios no passado no entorno (setas vermelhas).

*Trema micrantha*, *Psidium guajava*, *Aloysia virgata*, *Cecropia* spp, *Guazuma ulmifolia*, *Rapanea* spp, *Alchornea* spp, *Casearia sylvestris*, *Machaerium* spp, *Nectandra* spp, *Guarea* spp., *Zanthoxylum* spp., *Tapirira guianensis*, *Myrcia* spp, *Piptadenia gonacantha*.

A verificação do status de conservação das espécies e seu respectivo enquadramento quanto ao risco de extinção foi realizado através das bases legais previstas na SMA 48 e Instrução Normativa No. 6 de 23 de setembro de 2008. Esta última relaciona a nova **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção** elaborada pela Fundação Biodiversitas sob encomenda do Ministério do Meio Ambiente, onde são listadas 472 espécies, quatro vezes mais que a lista anterior de 1992. Os biomas com maior número de espécies ameaçadas são a Mata Atlântica (276), o Cerrado (131) e a Caatinga (46). A Amazônia aparece com 24 espécies, o Pam-

pa com 17 e o Pantanal com duas. Nenhuma espécie da lista anterior foi excluída. No que se refere às regiões brasileiras, o Sudeste apresenta o maior número de espécies ameaçadas (348), seguido do Nordeste (168), do Sul (84), do Norte (46) e do Centro-Oeste (44). Neste contexto, Minas Gerais (126), Rio de Janeiro (107), Bahia (93), Espírito Santo (63) e São Paulo (52) são os estados com maior número de espécies ameaçadas. Este fato é um reflexo da presença, particularmente nas regiões Sudeste e Nordeste, dos biomas com maior número de espécies ameaçadas, caso da Mata Atlântica, bem como o fato de essas duas regiões concentrarem os estados cuja biodiversidade é mais bem conhecida. Uma segunda lista complementar (Anexo II da Instrução Normativa No. 06 de 23 de setembro de 2008) inclui as espécies com deficiência de dados, composta de 1.079 espécies. Este grupo refere-se a espécies cujas informações (distribuição geográfica



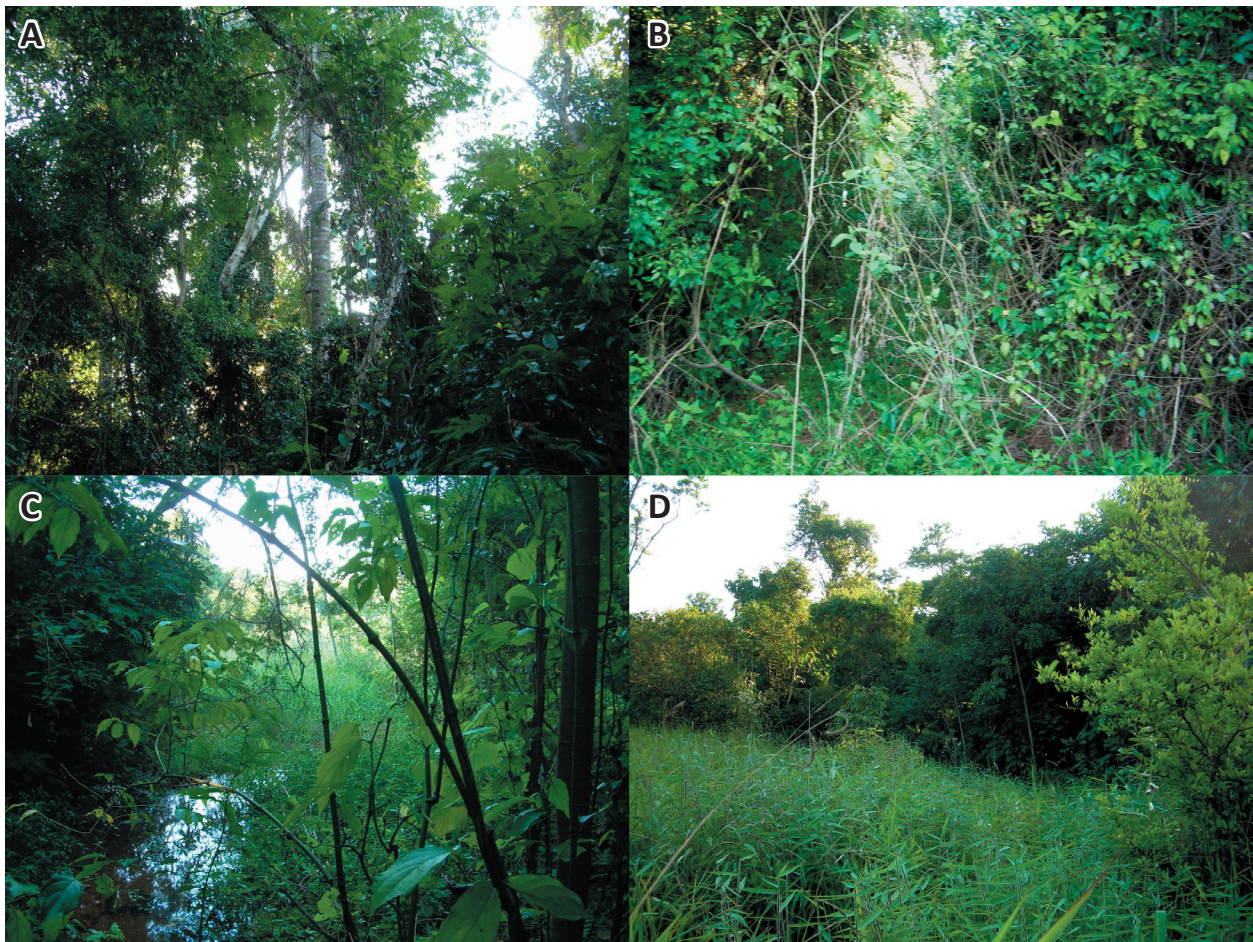


Figura 4.70. A) aspectos estruturais da Floresta do Museu da Fruta; B) supressão sucessão secundária por lianas na Floresta do Museu da Fruta; C) Associação com recurso hídrico da Mata da Granja; D) Borda da Mata do Museu da Fruta mostrando infestação por capim gordura (*Melinis minutiflora*).

fica, ameaças/impactos e usos, entre outras) são ainda deficientes, não permitindo seu enquadramento com segurança na condição de ameaçadas. As espécies constantes no anexo II da Lista de Flora Ameaçada não estarão sujeitas às restrições previstas na legislação em vigor.

Este estudo não constatou a presença de espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. No entanto, pela ausência de material reprodutivo em algumas espécies, e, consequentemente, pela impossibilidade de identificação em nível de espécie, esta assertiva deve, por questão de segurança, considerar a possibilidade da existência de espécies que constam nesta lista. Estes são os casos para os gêneros *Mollinedia*, *Ouratea*, *Eugenia*, *Zanthoxylum* e *Siparuna*, cujas identificações acuradas não foram possíveis e pela existência de espécies pertencentes a estes gêneros na Lista de Espécies

Ameaçadas. Ainda de acordo com o Anexo II da Instrução Normativa No. 06 de setembro de 2008, que se refere a espécies cujas informações (distribuição geográfica, ameaças/impactos e usos, entre outras) são ainda deficientes, não permitindo seu enquadramento com segurança na condição de ameaçadas, são pertinentes o mesmo cuidado ao excluí-las da lista de espécies ameaçadas. Dentre as espécies presentes nesse estudo cuja identificação chegou até o nível de gênero estão incluídas *Guatteria*, *Ilex*, *Ouratea* e *Piper*, nas quais existem respectivamente duas, três, uma e seis espécies que ainda podem entrar na lista de espécies ameaçadas.

#### 4.8.2.4. Conclusões

Este estudo conclui que a gleba destinada ao empreendimento não impõe está extremamente

alterada por ações antropogênicas, não havendo no local espécies raras ou ameaçadas de extinção. As florestas ciliares, presentes no buffer de dois quilômetros em torno da gleba, abrigam espécies potenciais de exploração e espécies potenciais de estarem ameaçadas de extinção. No entanto, é de suma importância sublinhar o fato de que as florestas estão localizadas no buffer e não na área destinada ao empreendimento em si. Também representam áreas singulares cujo destino está atrelado para serem alvos de monitoramentos futuros da flora, fauna e da qualidade das águas superficiais. Tais áreas também deverão ser alvos para medidas compensatórias, tais como o reflorestamento estratégico que promova conectividade entre fragmentos, aumento da diversidade florística, incremento na complexidade de hábitat para a fauna terrestre. Dentro deste contexto, os aspectos vegetacionais desse estudo não colocam restrições para a execução do empreendimento.

### 4.8.3. FAUNA

Os temas relativos à fauna abordados nesse estudo foram Mastofauna (mamíferos), Herpetofauna (anfíbios e répteis), Avifauna (aves) e Invertebrados Bentônicos Aquáticos (grupo amplo) conforme previsto no Parecer Técnico CPRN/DAIA/137/2008. As metodologias aplicadas para as áreas de influência indireta e direta (AII e AID) foram levantamentos secundários. Na área diretamente afetada (ADA) os levantamentos ocorreram em campo, sendo que, cada tema abordou a metodologia pertinente.

#### 4.8.3.1. Herpetofauna

A herpetofauna é constituída por anfíbios e répteis. A fauna herpetológica forma um grupo proeminente em quase todas as comunidades terrestres e, portanto, são indicadores em potencial do grau de alteração sofrido por determinado ambiente (Tocher et al., 1997).

#### 4.8.3.1.1. Caracterização Herpetológica da AII e AID

No Estado de São Paulo os habitats ocupados por répteis se dividem em dois grandes grupos na porção continental do Estado. O primeiro grupo é formado pelas espécies que vivem na Floresta Ombrófila Densa que reveste a baixada litorânea e as Serras do Mar e Mantiqueira. O segundo grupo distribui-se principalmente no interior do Estado, em regiões onde a vegetação nativa é ou era constituída basicamente por Cerrados e Florestas Estacionais Semidecíduas. Algumas espécies ocorrentes no interior paulista são típicas de áreas abertas e ocorrem nas fitofisionomias mais abertas do Cerrado, ao passo que outras dependem de formações mais densas como Cerradões e Florestas Estacionais. Dados obtidos a partir da literatura e de acervos de museus indicam a ocorrência de 186 espécies de répteis no Estado de São Paulo: 2 jacarés, 11 quelônios, dez anfíbenídeos, 38 lagartos e 125 serpentes. O número total de espécies corresponde a 40% das espécies registradas para o Brasil e aproximadamente 3% da diversidade mundial de répteis, destes 33 estão ameaçados de extinção (Ordem: Testudines, 5 espécies; Squemata, 28 espécies - Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo).

Já para os anfíbios as Florestas Ombrófila Densa e Mista concentram o maior número de espécies, não só em função da marcha pluviométrica mais uniforme, mas também em função do terreno acidentado das Serras do Mar e Mantiqueira, que proporciona isolamento geográfico entre as populações e endemismos. As Florestas Estacionais Semidecíduas e os Cerrados apresentam biodiversidade menor. Os pontos acidentados (serras e cuestas), cobertos por Florestas Estacionais Semidecíduas apresentam maior riqueza de espécies de anuros em relação às áreas planas cobertas pelo mesmo tipo de vegetação (Haddad, 1998). Atualmente são conhecidas cerca de 180 espécies de anfíbios anuros no Estado de São Paulo, o que corresponde a aproximadamente 35% das espécies conhecidas para o Brasil e cerca de 5% da diversidade mundial de anfíbios (Haddad, 1998),



destes 12 estão ameaçados de extinção (Ordem: Anura, 12 espécies – Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo). A elevada riqueza em espécies reflete a heterogeneidade ambiental natural do Estado de São Paulo.

A região da sub-bacia do Rio Piracicaba (All) apresenta pouca e fragmentada cobertura vegetal (7,2%) da área total dessa sub-bacia, o que condiciona a ocorrência de aproximadamente 50 espécies de répteis, sendo que cinco estão ameaçadas de extinção, e por volta de outras 50 espécies de anfíbios, sendo que nesse último grupo, o número de espécies ameaçadas não é quantificado (Miranda, 2005).

A compilação de literaturas para a caracterização da fauna herpetológica da All e AID esbarra na indisponibilidade de estudos e/ou na escassez de dados publicados. Especificamente para o município de Limeira não foram encontrados dados disponíveis. A literatura base para a caracterização herpetológica das All e AID foram Toledo (2003) e Pinheiro (2005) para a região de Rio Claro; Embrapa (2009) para a região de Campinas e um estudo da ESALQ para a região de Piracicaba. O levantamento herpetológico da área diretamente afetada (ADA) caracterizou esse tema faunístico em Limeira.

#### **4.8.3.1.2. Área Diretamente Afetada (ADA)**

A coleta de dados primários em campo ocorreu na ADA, no município de Limeira, SP. A distribuição espacial dos pontos de amostragem herpetológica cobriu a matriz graminóide e as áreas de solo exposto dentro da gleba de 76 hectares destinados ao empreendimento. Outros pontos adicionais foram distribuídos nas outras modalidades de uso e ocupação de solo dentro do buffer de 2 quilômetros delimitantes da ADA. Desta forma, a distribuição final dos pontos de amostragem foram: a matriz graminóide, área de solo exposto na Associação Limeirense de Aeromodelismo, floresta ciliar do Museu da Fruta, floresta ciliar do Ribeirão Tatu e floresta ciliar da Granja.

#### **4.8.3.1.3. Materiais e Métodos**

A metodologia geral de trabalho constituiu de armadilhas de interceptação e queda (pitfalls traps with drift fences). A armadilha de interceptação e queda (pitfall) funciona baseada na lógica de que o animal ao deparar com um obstáculo, ele o acompanhe até que possa atravessar para o seu destino, ou seja, o animal ao deparar com a cerca guia irá acompanhá-la até, eventualmente, cair na armadilha (Cechin and Martins 2000). Outra metodologia usada foi a procura limitada por tempo (PLT) para evidenciar a presença de anfíbios e répteis, em atividade ou em abrigos, nos diversos habitats do local de estudo. Neste estudo foram utilizados cinco conjuntos de pitfalls, sendo que cada conjunto constituiu de quatro baldes de trinta litros que foram enterrados até sua borda superior estarem no mesmo nível do solo. Os baldes foram colocados de forma linear com um espaçamento de 10 metros entre eles, e interligados com uma cerca guia plástica, de 50 cm de altura, fixada verticalmente rente ao solo com estacas de madeira (70 cm) (Cechin and Martins 2000). Cada balde teve o fundo furado para drenagem de eventuais águas pluviais, além de conter pedaços de isopor para refúgio e um pequeno pote com água para evitar desidratação.

As incursões em campo foram realizadas durante um mês (10 de março a 10 de abril de 2009). As armadilhas permaneceram abertas de segunda a sexta e eram fechadas após a verificação da sexta-feira, permanecendo fechada nos fins de semana e novamente abertas na segunda-feira. A revisão dos conjuntos de pitfalls, nesse período, foi realizada diariamente, geralmente a partir das 17h00min. Os animais capturados foram retirados dos baldes, fotografados e soltos após a identificação a uma distância máxima de 5m do local de captura. Após a verificação das armadilhas foi realizada a procura limitada por tempo (PLT - aproximadamente das 18h00minh às 23h00minh). A PLT foi feita por deslocamento a pé, ao longo e nas imediações das áreas de armadilhas, procurando abranger o maior número possível de micro-habitats. Cada área foi



explorada visualmente por um período aproximado de uma hora. Durante a procura foi feito também o levantamento sonoro das espécies de anfíbios em atividade. As vocalizações emitidas foram registradas, através de um gravador de som, e posteriormente identificadas. Foi estimado também o número de indivíduos de cada espécie em atividade de vocalização. A diversidade herpetológica foi analisada através do índice de Shannon-Weaver (diversidade). Foi estabelecido também o grau de ameaça de extinção de cada espécie segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas (IUCN, 2008) acrescido de literaturas especializadas.

#### 4.8.3.1.4. Resultados

Este estudo totalizou 80 exemplares de 10 espécies de anfíbios, da ordem Anura, distribuídos em quatro famílias (Tabela 4.11). Cinco destas espécies foram capturadas nas armadilhas de interceptação e queda (pitfalls) e três espécies através da procura limitada por tempo (PLT). Neste último caso, os indivíduos encontrados estavam em atividade de vocalização (Tabela 4.12). Nenhum réptil foi amostrado.

A espécie mais abundante foi *Hypsiboas prasinus* (48 indivíduos) que representou 60,8% do total de indivíduos. No extremo oposto, *Scinax fuscovarius* foi a mais rara, com apenas um indivíduo amostrado (1,25%) (Tabela 4.13).

A maioria das espécies teve uma estreita distribuição espacial e nenhuma espécie ocorreu em todos os pontos de amostragem. As espécies com distribuição mais ampla foram *Hypsiboas lundii* e *Hypsiboas prasinus* encontradas em três pontos, *Leptodactylus fuscus* e *Rhinella ornata* foram encontrados em dois pontos, enquanto que as demais espécies foram amostradas em apenas um ponto. Apesar da presença de anfíbios em todos os lugares amostrados, a maior abundância foi registrada na modalidade de uso e ocupação do solo referente às florestas ciliares, na qual totalizou 72 indivíduos ou 90% do total de indivíduos amostrados (Tabela 4.14).

Tabela 4.11. Lista de espécies de anuros, ordenados por famílias, amostrados na ADA

FAMÍLIA	ESPÉCIE
BUFONIDAE	<i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824)
HYLIDAE	<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)
	<i>Hypsiboas lundii</i> (Burmeister, 1856)
	<i>Hypsiboas prasinus</i> (Burmeister, 1856)
	<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)
LEIUPERIDAE	<i>Eupemphix nattereri</i> (Steindachner, 1863)
	<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826
	<i>Physalaemus marmoratus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862 "1861")
LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)
	<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824)

Tabela 4.12. Distribuição das espécies capturadas de acordo com metodologia empregada

MÉTODO	ESPÉCIES
PITFALLS	<i>Rhinella ornata</i> <i>Scinax fuscovarius</i> <i>Leptodactylus fuscus</i> <i>Leptodactylus mystaceus</i> <i>Eupemphix nattereri</i> <i>Physalaemus cuvieri</i> <i>Physalaemus marmoratus</i>
VOCALIZAÇÃO + PLT	<i>Hypsiboas faber</i> <i>Hypsiboas prasinus</i> <i>Hypsiboas lundii</i>

Os resultados mostram que as espécies de anuros amostradas são típicas da AII, mas representam menos de um quarto (21,3%) das espécies herpetológicas amostradas na AII e AID. Esta constatação encontra suporte nos estudos anteriormente citados para a Sub-Bacia do Rio Piracicaba - Toledo (2003) e Pinheiro (2005) no município de Rio Claro, na lista de anfíbios de Piracicaba (ESALQ) e numa lista de herpetofauna da Embrapa (2009) para o município de Campinas. Por exemplo, os estudos de Toledo (2003) e a lista de anfíbios de Piracicaba compartilham 40,4% do pool de espécies conhecidas para a AII, e a lista do município de Campinas engloba 87,2% dessas espécies (EMBRAPA, 2009). O estudo de Pinheiro (2005) apresenta a mesma porcentagem de espécies de anuros a deste estudo. É importante ressaltar que os estudos supracitados foram também conduzidos em áreas com hetero-

Tabela 4.13. Distribuição espacial das espécies nos locais de amostragem

Espécies/Locais	*MF	Granja	F C R Tatu	S Exp	Matriz Graminóide
E. nattereri				X	
H. faber		X			
H. lundii	X	X	X		
H. prasinus	X	X	X		
L. fuscus				X	X
L. mystaceus			X		
P. cuvieri			X		
P. marmoratus				X	
R. ornata	X	X			

\*MF = floresta ciliar do Museu da Fruta; Granja = floresta ciliar da Granja, FCR Tatu = floresta ciliar do Ribeirão Tatu, S Exp = solo exposto; Matriz Graminóide.

Tabela 4.14. Abundâncias absolutas e relativas das espécies em cada local amostrado.

Espécies	Abundância absoluta das espécies em cada local amostrado						Abundância relativa das espécies em cada local amostrado (%)					
	MF	Granja	FCR Tatu	SExp	Mat-Gram	TOTAL	MF	Granja	FCR Tatu	SExp	Mat-Gram	TOTAL
<i>Hypsiboas prasinus</i>	23	15	10	0	0	48	28,75	18,75	12,5	0	0	60,0
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	0	0	9	0	0	9	0	0	11,25	0	0	11,25
<i>Hypsiboas lundii</i>	2	2	1	0	0	5	2,5	2,5	1,25	0	0	6,25
<i>Physalaemus cuvieri</i>	0	0	4	0	0	4	0	0	5,0	0	0	5,25
<i>Hypsiboas faber</i>	0	3	0	0	0	3	0	3,75	0	0	0	3,75
<i>Physalaemus marmoratus</i>	0	0	0	3	0	3	0	0	3,75	0	3,75	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	0	2	1	3	0	0	0	2,5	1,25	3,75
<i>Eupemphix nattereri</i>	0	0	0	2	0	2	0	0	2,5	0	0	2,5
<i>Scinax fuscovarius</i>	0	1	0	0	0	1	0	1,25	0	0	0	1,25
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>80</b>	<b>32,5</b>	<b>27,5</b>	<b>30</b>	<b>8,75</b>	<b>1,25</b>	<b>100</b>

MF = floresta ciliar do Museu da Fruta; Granja = floresta ciliar da Granja, FCR Tatu = floresta ciliar do Ribeirão Tatu, S Exp = solo exposto; MatGram = Matriz Graminóide.

geneidade ambiental alta, mas com maior esforço amostral, o que pode explicar as discrepâncias com este estudo. No entanto, é digno de nota que todas essas regiões, inclusive o município de Limeira, possuem em comum o forte desenvolvimento industrial e agrícola, processos esses que resultam na fragmentação da paisagem e surgimento de novos habitats (e.g. ecótonos entre o ambiente florestal e área antropizada). Conseqüentemente, as espécies que demandam maiores áreas de vida tendem a se agregar nos habitats remanescentes tornando-se mais raras. Já as espécies mais generalistas podem ser beneficiadas e ampliar suas áreas de vida e abundância (Pinheiro, 2005).

Em termos de diversidade, os resultados mostram que o índice desse estudo variou de 0 a 1,16 com média de 0,74. São valores muito semelhantes aos encontrados por Vasconcelos and Rossa-Feres (2005), que conduziram seus estudos na região noroeste do Estado de São Paulo, na qual é uma região intensamente antropizada pela conversão de habitats naturais em terras agrícolas. Para Vasconcelos and Rossa-Feres (2005) o índice de diversidade variou de 0,59 à 1,10 (média de 0,80), essa média maior pode ser pela maior riqueza e abundância de espécies encontradas. Tais resultados contrastam com os obtidos por Conte and Rossa-Feres (2006), cujo índice variou de 0,35 à 2,53 (média de 1,60).

Tabela 4.15. Diversidade e equabilidade dos locais amostrados.

Local	*H'	H <sub>máx</sub>	J'
Museu da Fruta	0,43	1,10	0,39
Granja	1,03	1,61	0,64
MotoCross	1,16	1,39	0,84
Solo Exposto	1,08	1,10	0,98
Matriz Graminóide	0,00	0,00	0,00
Total	1,48	2,30	0,64

\*H' = índice de Shannon; H<sub>máx</sub> = máximo valor do índice de Shannon para o local; J' = índice de equabilidade de Pielou.

No entanto, a área estudada foi um ecótono de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa e conta com cerca de 30 anos de recuperação florestal e pouca interferência antrópica.

#### 4.8.3.1.5. Estado de Conservação das Espécies

O estado de conservação das espécies amostradas foi verificado na lista vermelha da fauna ameaçada de extinção elaborada pela IUCN, versão 2008. Adicionalmente, foram compilados dados em literaturas especializadas que expressam a conclusão de especialistas, incluindo a lista da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Dentro desse contexto, **todas as espécies encontradas na ADA são de preocupação mínima** por possuir ampla distribuição geográfica, não estar em processo de declínio significativo, por tolerar habitat alterados, e/ou por possuir limites de tolerância amplos (IUCN 2008; Baldisseri, 2006; Lavilla et al., 2004; Caramaschi and Rodrigues, 2004; Kwet and Garcia, 2004; Aquino et al., 2004; Mijares et al., 2004; Reynolds et al., 2004). A maioria das espécies encontradas neste estudo é bastante tolerante às modificações de seus habitats (generalistas). Esses animais são típicos de áreas degradadas e de áreas urbanas. As únicas espécies encontradas que não se adaptam bem aos distúrbios antrópicos são *Eupemphix nattereri* e *Physalaemus marmoratus*. (Aquino et al., 2004). Essas espécies foram encontradas em área de solo exposto (ALA) cujas características agregam o nicho dessas espécies, que dependem tanto de

fragmentos de matas para forrageamento quanto de áreas abertas para reprodução.

Apesar de não ter encontrado indivíduos reptilianos, durante o período amostral, os moradores locais, em depoimentos, falaram que encontram cobras na região, como coral, cobra-verde e cascavel, além de teiús. Esses animais podem ser atraídos pela presença de roedores na região por causa do acúmulo de lixo nas áreas de aterros sanitários.

#### 4.8.3.1.6. Conclusões

As espécies encontradas no local de estudo são generalistas, típicas de áreas antropizadas e sem ameaças de extinção, apesar da ocorrência mínima de espécies que não suportam grandes interferências antrópicas. Com este estudo conclui-se que a gleba destinada ao empreendimento é bastante degradada para suportar a biodiversidade típica da herpetofauna. As áreas mais representativas encontram-se no buffer de dois quilômetros em torno da gleba. Sob o ponto de vista herpetológico, não há restrição à implantação do empreendimento. No entanto, essa ação fica condicionada a medidas relativas aos plantios de enriquecimento, que promovam a conectividade entre fragmentos e aumentem a área de vida das espécies de anuros.

#### 4.8.3.2. Avifauna

O Brasil detém uma das maiores diversidade de aves do mundo. Atualmente, são reconhecidas 26 ordens, abrangendo 1822 espécies, o que equivale a quase 60% das espécies registradas para a América do Sul (Sick, 1997; CRBO, 2008). A elevada diversidade de aves é considerada elemento importante nos estudos da avaliação de ambientes, principalmente por ser o grupo de vertebrados mais bem conhecido. Estima-se que 99% das espécies de aves sejam conhecidas e isto se deve basicamente ao seu hábito predominantemente diurno e sua relativa conspicuidade visual ou auditiva (Silva e Aleixo, 1996). Neste contexto, a inclusão desse tema num estudo de impactos ambientais é relevante.



#### 4.8.3.2.1. Caracterização da Avifauna da AII e AID

Estima-se que o Estado de São abriga atualmente cerca 802 espécies de aves (CRBO, 2008), distribuídos numa variedade de tipologias vegetais, desde as florestas mais densas até campos abertos. A Mata Atlântica abriga boa parte dessa biodiversidade, e muitas espécies podem sobreviver por um razoável período de tempo em áreas fragmentadas e perturbadas (Brown & Brown, 1992). Esta diversidade de aves, também pode estar ligada mais diretamente à estrutura da floresta do que à riqueza de espécies vegetais. No entanto, fatores como o tipo de paisagem circundante, o relevo, a hidrografia, a altitude, o grau de preservação da vegetação, a frequência de distúrbios (ex. incêndios), a prática de caça ou captura, entre outros, também determinam o número de espécies e a composição das comunidades em remanescentes florestais (Willis, 1979).

Na região de Campinas (Mata de Santa Genebra) registrou-se a ocorrência de 134 espécies. Estudos conduzidos duas décadas atrás revelou a presença de 143 espécies Willis (1979), no qual o autor já notara o desaparecimento de várias das 230 espécies estimadas para a composição original do local. Dentre as espécies que desapareceram, estão as aves frugívoras como o macuco (*Tinamus solitarius*). Atualmente, no entanto, 40 das espécies encontradas por Willis não mais ocorrem na Mata de Santa Genebra. Um remanescente florestal no município de Lençóis Paulista apresentou 216 espécies (Donatelli et al., 2004). Em Rio Claro, um plantio de eucalipto com sub-bosque desenvolvido revelou a presença de 156 espécies (Willis, 1990). Na Fazenda barreiro Rico, localizada no município de Anhembi, também nota-se o desaparecimento de espécies, provavelmente devido à alteração do habitat, onde um remanescente florestal apresentou 338 espécies (Magalhães, 1992). Apenas seis anos após este estudo, outro demonstrou a redução para 190 espécies (Antunes, 2005). No campus Taquaral da UNIMEP, situado em Piracicaba, foram registradas 65 espécies de aves pertencentes a 30

famílias, também apresentando a família Tyrannidae (N=10) como a mais representativa (Yamada, comunicação pessoal). Já em outro estudo, em fragmentos florestais da zona rural também de Piracicaba, Santos (2004), notou o desaparecimento de espécies como *Tachyphonus coronatus* e *Nemosia pileata*. Toledo (1993), estudando a avifauna de duas reservas da Mata Atlântica localizadas na Serra da Mantiqueira, na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, registrou 102 espécies de aves distribuídas em 30 famílias. Allegrini (1997), estudando a avifauna em diferentes estágios de regeneração da Mata Atlântica, nas encostas da Serra de Paranapiacaba, sul do Estado de São Paulo, registrou 217 espécies distribuídas em 40 famílias, sendo que o número de espécies registradas em cada estágio foi 67 no pioneiro, 97 no inicial, 99 no médio e 79 no avançado.

De acordo com Silva e Aleixo (1996), que compilaram todos os estudos realizados para o Estado de São Paulo e os ambientes estudados nestas bacias existem aproximadamente 352 espécies de aves sendo que 169 estão ameaçadas de extinção.

Não foram encontradas publicações para o município de Limeira, SP.

#### 4.8.3.2.2. Área Diretamente Afetada (ADA)

##### 4.8.3.2.2.1. Material e Métodos

O diagnóstico de aves foi realizado na gleba destinada ao empreendimento e no buffer de dois quilômetros ao seu redor (ADA). O método de amostragem para a avifauna seguiu o proposto por Willis (1979) e consistiu em percorrer trajetos de distância ilimitada desde a alvorada até o meio dia (06h00min às 12h00min horas) e no período da tarde ao crepúsculo (14h30min às 18h30min). Esta abordagem foi feita durante cinco dias completos no mês de maio de 2009 e totalizou 50 horas de observação. Esta metodologia foi aplicada nas seguintes localidades dentro da ADA: Floresta ciliar da Granja, Floresta ciliar do Museu da Fruta, Floresta do Ribeirão Tatu, Floresta do Horto, Solo Exposto e Matriz Gra-

minóide. Houve a subdivisão da modalidade de uso do solo Floresta ciliar do Museu da Fruta em Floresta ciliar do Museu da Fruta propriamente dita e Museu da Fruta – compreendendo outras porções com vegetação arbórea. Também visando ampliar a o esforço amostral para a avifauna local houve a inclusão da modalidade de uso do solo Citricultura. Em todos os pontos amostrais, procurou-se registrar no decorrer dos percursos a variação de habitats e conseqüentemente uma maior diversidade de aves de diferentes hábitos. A coleta de dados foi realizada mediante a utilização do método censo por observação direta (com ou sem auxílio de “play-back”). As aves foram identificadas visualmente com o auxílio de binóculo e guia de campo, e auditivamente por meio de um gravador digital e um microfone direcional. As gravações das vocalizações das aves foram posteriormente identificadas em laboratório, através de comparações com guias sonoros. Com isto, obteve-se uma listagem de aves, sendo que a classificação das famílias, espécies e status de ocorrência seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, CBRO (2008). As espécies foram agrupadas em guildas adaptadas às propostas por Willis (1981), já que alguns grupos ecológicos são claramente afetados pela alteração do ambiente, como os frugívoros e insetívoros de grande porte. Além disso, foi determinada a sensibilidade (Stotz, 1996), Status (CBRO, 2008) e as aves de importância cinegética, tanto para caça quanto para aves canoras. Foi estabelecido também o grau de ameaça de extinção de cada espécie segundo a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas (IUCN, 2008), Lista Nacional da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2008) e Decreto 53.494/2008.

#### 4.8.3.2.2.2. Resultados

A amostragem totalizou 95 espécies distribuídas em 16 ordens e 36 famílias.

Dentre as 95 espécies registradas no presente estudo, apenas duas, *Busarellus nigricollis* e *Rhynchotus rufescens* (gavião-belo) estão inseridas no Decreto 53.494 de 2008 como criticamente em pe-

rigo e vulnerável respectivamente no Estado de São Paulo. As espécies cinegéticas amostradas, ou seja, espécies de interesse principalmente para a caça, e que, conseqüentemente apresentam valor econômico foram *Cairina moschata*, *Crypturellus parvirostris*, *Rhynchotus rufescens*, *Nothura maculosa*, *Gallinula chloropus*, *Sporophila caerulescens* e *Sporophila nigricollis*, estas duas últimas utilizadas como pássaros de gaiola, ou seja, canoros (Tabela 4.16).

A ordem dos Passeriformes apresentou 51 espécies (54%) e 16 famílias, já os Não Passeriformes abrangeram 44 espécies distribuídas em 20 famílias. Esta variedade de famílias pode ser resposta da heterogeneidade de habitats e elevada capacidade de adaptação às alterações do ambiente adquirida pelas espécies registradas.

As famílias com maior número de espécies registradas foi a Tyrannidae (14 registros), seguida das famílias Emberizidae, Hirundinidae e Furnariidae, cada uma com cinco registros. Segundo Sick (1997), Tyrannidae é a família mais representativa do Brasil Ocidental, ao qual está confinada, e corresponde a aproximadamente 18% dos Passeriformes da América do Sul, habitando todos os tipos de paisagens, em sua maioria de hábito arborícola. Ao compararmos a composição das avifaunas das áreas de amostragem com a de outras áreas similares, mas com áreas de diversos tamanhos, como nos estudos de Willis (1979, 1981); Motta-Junior (1990); e Anjos (2001), constata-se a falta de famílias como Cracidae, Cotingidae, Galbulidae e Bucconidae. Também encontramos pobremente representadas as famílias Psittacidae e Ramphastidae e Tinamidae.

As maiores riquezas de espécies foram registradas para as áreas de florestas em geral. No extremo oposto, Solo Exposto e a Matriz Graminóide foram as modalidades de uso do solo mais pobres, provavelmente devido ao elevado grau de antropização.

A riqueza de aves esta relacionada não somente com a estrutura da vegetação (Duelli, 1997), mas também com a composição da paisagem (Cleary et al., 2005). Nesse contexto, o desenvolvimento do sub-bosque nos plantios antigos de eucaliptos na

Tabela 4.16. Espécies com valor cinegético registradas nas áreas de amostragem (ADA e AID).

ESPÉCIE	NOME POPULAR	HÁBITAT
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	BO, AB
<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	BO, AB
<i>Nothura maculosa</i>	codorna-comum	BO, AB
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	A
<i>Gallinula chloropus</i>	galinha d'água comum	A
<i>Sporophila caerulescens</i>	coleurinho	AB
<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano	AB

HÁBITAT: F = Florestas; BO = Borda de matas e capoeira; A = Ambientes aquáticos ou brejosos e suas adjacências, AB = Áreas abertas naturais e/ou de origem antrópica.

mobilidade desse grupo de animais permite a eles percorrer longas distâncias e utilizar florestas vizinhas. Nesses argumentos se acentam a maior diversidade nas áreas florestadas.

Na verdade, a disponibilidade de recursos é um argumento convincente para explicar a distribuição de espécies de vários táxons. Neste contexto, a disponibilidade de recurso pode ser avaliada em termos da estrutura trófica. Neste estudo, a estrutura trófica (Figura 4.72) encontrada não varia muito de outros estudos realizados em áreas no Estado de São Paulo, onde os insetívoros e onívoros são dominantes, como também descritos por Willis (1979), Almeida (1982) e Motta-Junior (1990).

Todas as espécies encontradas são comuns em áreas abertas, antropizadas ou bordas de mata. Este resultado era esperado, pois se trata de uma área muito alterada, com poucos recursos para espécies mais exigentes. A falta de recursos é mais bem observada quando se analisa o comportamento alimentar das aves. Das 95 espécies encontradas, 45 são insetívoras, 21 onívoras, 12 granívoras, 9 carnívoras, 3 frugívoras, 2 filtradoras, 2 nectarívoras e somente 1 necrófaga. Ocorrência semelhante foi descrita por Menezes et al. (2004), segundo o qual, a maioria das aves registradas são menos exigentes e mais generalistas, hábitos refletidos pela falta de recursos local e, as espécies um pouco mais exigentes, como as frugívoras, têm sua população reduzida. Isso também pode ser exemplificado pela quantidade de registros de espécies com baixa sensi-

bilidade as alterações do ambiente, como é o caso de 85% das espécies encontradas na área, sendo a *Aramides cajanea* (saracura-três-potes) a única espécie registrada com alto grau de sensibilidade (Figura 4.73).

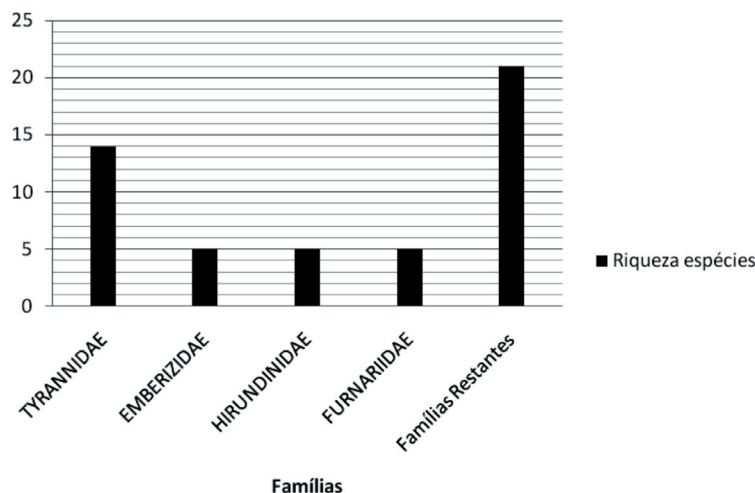


Figura 4.71. Famílias mais registradas dentre a ordem dos Passeriformes.

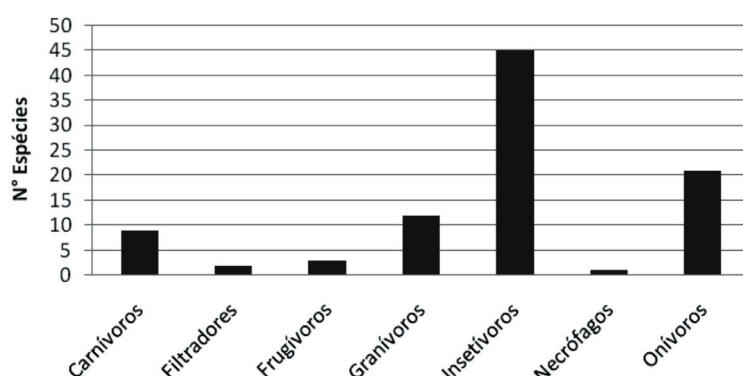


Figura 4.72. Hábito alimentar das espécies registradas no presente estudo.

Floresta do Horto podem já fornecer às aves substratos para forrageamento e nidificação (Machado e Lamas, 1996), aspecto este que justificaria sua permanência e até mesmo a grande riqueza observada nesse ponto amostral. Aliado a isso, a grande



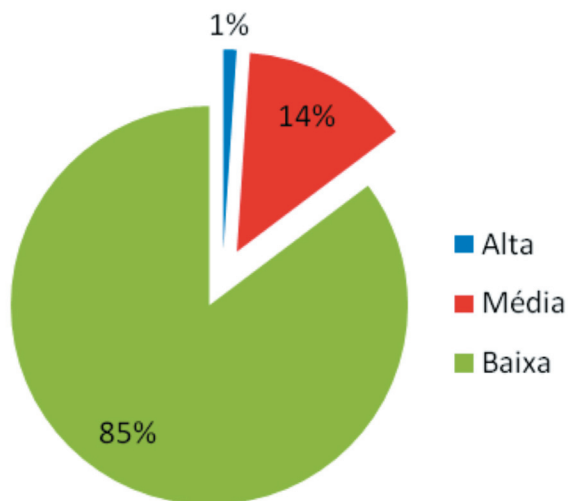


Figura 4.73. Porcentagem de espécies com alta, média e baixa sensibilidade ambiental exigentes.

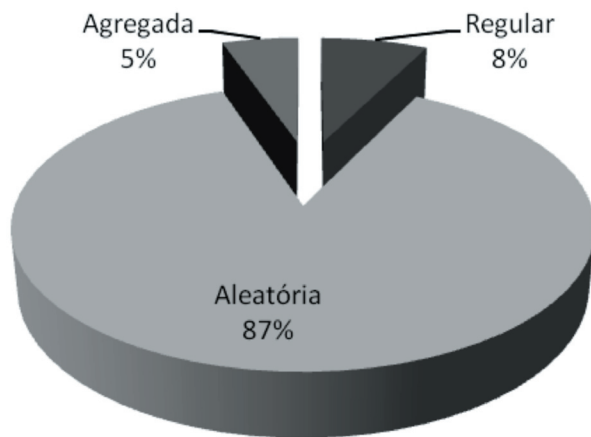


Figura 4.74. Distribuição espacial de ocorrência.

Outro aspecto relacionado a sensibilidade é diz respeito a agregação de espécies. Entre as espécies de distribuição agregada podemos ressaltar o *Coragyps atratus* e o *Caracara plancus*, duas espécies generalistas que se apresentam aos bandos nas áreas do levantamento, preferencialmente e em maior número próximo ao aterro já existente. No entanto, a maioria das espécies apresentou distribuição aleatória, ou seja, sem algum parâmetro específico para sua ocorrência (Figura 4.74). Espécies bem espalhadas tendem a ser generalistas, estas são provavelmente mais adaptadas as possíveis mudanças no ambiente que espécies estreitamente distribuídas, estas sendo na maioria das vezes aves especialistas (Fa-

arborg, 1979). Por exemplo, *Patagioenas picazuro* (pombão) segundo Willis e Oniki (1990) invadiu o sudeste brasileiro nas últimas décadas devido ao desmatamento. Já *Turdus amaurochalinus* e *T. rufiventris* são mais comuns em matas perturbadas pelo homem (Willis e Oniki, 2002). Também, é preciso considerar a relação entre a distribuição geográfica das espécies e a sensibilidade à fragmentação de habitat. Anjos (2004) sugere que, para certas espécies, populações nos limites de distribuição são mais sensíveis do que as populações centrais. No entanto, a acentuada redução de área sofrida pelas florestas estacionais do interior de São Paulo e a natureza fragmentada dos remanescentes, obscurecem os padrões de distribuição da maioria das espécies dentro do estado, pois estas alterações ocorreram antes que exaustivos inventários e geograficamente representativos fossem efetuados.

Se compararmos a riqueza de espécies encontradas na ADA e AID com o total de espécies que habitam os ambientes estudados registradas para o Estado, a área em questão abrange apenas 21% da avifauna regional (Figura 4.75).

Contudo, Aleixo e Vielliard (1995) afirmam que devido às alterações ambientais que ocorrem no Estado é praticamente impossível se ter um quadro atualizado dos padrões de distribuição da avifauna, o que acaba colocando em risco as espécies de aves ameaçadas de extinção e todo um patrimônio único no planeta.

■ Total de espécies registradas para o Estado  
■ Espécies registradas na ADA e AID

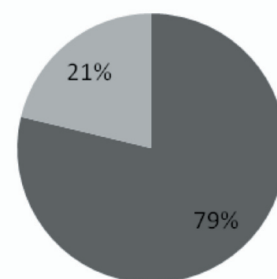


Figura 4.75. Porcentagem das espécies encontradas na ADA e AID em relação as espécies registradas no Estado para os ambientes estudados.

#### 4.8.3.2.3. Conclusões

A avifauna local é constituída por um agrupamento contínuo de espécies que fazem uso dos ambientes disponíveis como um todo e outro agrupamento de espécies características de fragmentos florestados, que fazem uso preferencial, mas não restrito deste ambiente.

Essa paisagem heterogênea mantém uma diversidade avifaunística baixa, mas considerável, quando comparada com estudos exclusivos em fragmentos ou remanescentes de floresta nativa na região.

Os resultados deste estudo mostram que o agroecossistema em questão constitui paisagens importantes para a diversidade de avifauna, não no sentido de aumentar o número de espécies, mas de sustentar a diversidade típica da paisagem e do local. No entanto, as paisagens mais importantes são aquelas fora da gleba selecionada para o empreendimento em si.

Para aumentar a diversidade da avifauna, devem ser priorizados os ambientes com maior complexidade estrutural (áreas de mata) e inseri-los no arranjo das plantações homogêneas, ou seja, monoculturas. Por outro lado, a expansão dos plantios homogêneos de cana-de-açúcar, laranja e eucalipto, deve ser planejada com ações mitigadoras, respeitando a diversidade ambiental dos mosaicos agrícolas e prevendo estudos comparativos em áreas de plantios extensos impactantes, sendo de extrema importância o monitoramento da avifauna local, independente do empreendimento a ser instalado.

Assim, o planejamento da paisagem e, portanto, do arranjo das parcelas do mosaico agrícola, deve propiciar uma maior diversidade da paisagem, inserindo fragmentos de floresta nativa interconectados por Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Também deve ser realizado o monitoramento da população da avifauna associada ao ambiente de Aterro, como é o caso do *Caracara plancus* (carcará) e principalmente do *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta) (Rabenold, 1987).

#### 4.8.3.3. Mastofauna

A diversidade de mamíferos do Brasil atinge patamares em torno de 658 espécies, sendo que 69 destas (cerca de 10%) estão ameaçadas de extinção (Reis et al. 2006). O bioma Mata Atlântica é composto por aproximadamente 250 espécies das quais 55 espécies (22 %) são endêmicas.

O conhecimento da biologia das espécies de mamíferos tem colocado em evidência a importância desses animais em uma série de processos nos ecossistemas florestais. Aparentemente, as espécies de frugívoros e/ou herbívoros desempenham papel muito importante na manutenção da diversidade de árvores da floresta, através da dispersão e predação de sementes e da predação de plântulas, ao passo que os carnívoros regularizam as populações de herbívoros e frugívoros (Pardini et al., 2003).

Em função da plasticidade desse grupo em explorar ambientes variados, a caracterização da mastofauna pode servir como ferramenta para uma contextualização de uma determinada paisagem, informando se o ambiente fornece os recursos necessários para a manutenção da fauna local.

##### 4.8.3.3.1. Caracterização da Mastofauna da AII e AID

O conhecimento acumulado sobre a mastofauna do Estado de São Paulo ainda é relativamente escasso, pouco se sabe sobre a composição e distribuição das espécies entre os diversos habitats, principalmente considerando os efeitos da fragmentação e uso do solo (Gueler-Costa, 2002). O mesmo se aplica para as áreas de influência direta e indireta do presente estudo. Poucos trabalhos de levantamento de mastofauna foram publicados, o que dificulta a busca de informações secundárias, tornando-se necessária a complementação via comunicação direta com pesquisadores. Nenhuma publicação sobre a comunidade de mamíferos do município de Limeira (AID) encontra-se disponível e para a AII (Sub-Bacia do Rio Piracaicaba), foi encontrado apenas um levantamento de mastofauna, re-

lativo ao município de Piracicaba. Objetivando uma melhor caracterização de mamíferos residentes, foram compilados dados relativos aos estudos nas localidades de Rio Claro, Campinas e Jundiá, assim como algumas localidades da bacia do Passa-Cinco, todos pertencentes à Bacia do PCJ.

#### 4.8.3.3.2. Área Diretamente Afetada (ADA)

##### 4.8.3.3.2.1. Material e Métodos

A abordagem metodológica desse estudo abrangeu a combinação de métodos distintos em prol duma caracterização mastofaunística mais acurada. Para isso, foi utilizada a observação direta conjugada a métodos indiretos. Métodos de observação direta envolvem a visualização do animal em tempo real (Carvalho Jr. e Luz, 2008). Nesse estudo foi utilizado o método de observação direta por censo ou caminhada. Essa abordagem metodológica consiste em caminhar vagarosamente e em silêncio por trilhas já existentes ou pela borda de uma floresta buscando o contato direto com os animais. As abordagens metodológicas indiretas consistiram na procura por vestígios (e.g. fezes, pegadas e rastros) (Chame, 2003) e vocalizações, acrescidas de entrevistas a moradores locais. Além da procura por pegadas pela área, a confecção de armadilhas de pegadas (parcelas de areia) é um modo artificial de reproduzir condições ideais de solo para a impressão de rastros, garantindo tais marcações em ambientes inapropriados, como solos compactados ou cobertos de serapilheira. Métodos indiretos são considerados eficientes para comprovar a presença de indivíduos sem a observação “verdadeira” do animal (Carvalho Jr. e Luz, 2008).

As áreas alvos de investigação acerca da presença da mastofauna compreenderam a floresta ciliar da Granja, floresta do Horto, floresta ciliar do Ribeirão Tatu, floresta ciliar do Museu da Fruta, área de solo exposto na Associação Limeirense de Aeromodelismo (ALA) e a matriz graminóide. O armadilhamento com parcelas de areia seguiu o recomendado por

Pardini et al. (2003) e consistiu na disposição, por área, de 10 parcelas equidistantes 10 metros uma das outras. Cada parcela foi dimensionada em 50 cm x 50 cm, preenchidas com areia fina e úmida até a altura média de 3 cm (Figura 4.76). A areia é descompactada e sua superfície homogeneizada para que rastros de animais mais leves sejam registrados. As pegadas foram registradas diariamente, durante cinco dias consecutivos sem chuva, período considerado satisfatório para o levantamento de espécies de mamíferos de médio e grande porte em áreas de floresta e em levantamentos rápidos (Pardini et al., 2003). Em cada visita diária, a areia das parcelas foi remexida para apagar as pegadas e descompactar a areia. Se necessário a areia era umedecida. Dois tipos de isca foram utilizados, banana (primeiro e quarto dias) e bacon (segundo e quinto dias). No terceiro dia não se utilizou iscas a fim de registrar espécies não atraídas por estas. Cada registro representa a presença de pegada de uma determinada espécie em uma dada parcela de areia em um dia.

O período de coleta de dados ocorreu do dia 28 de abril ao dia 4 de maio de 2009, num total de 50 horas. O censo foi realizado no período da manhã, a partir das 6 horas, estendendo-se por quatro ou cinco horas por dia. As trilhas contidas em cada área foram percorridas de forma não sistemática, a fim de cobrir a maior extensão possível durante a amostragem e garantir a listagem mais completa e segura possível da mastofauna local. Concomitante a busca da visualização dos animais neste período, buscou-se detectar seus rastros e demais vestígios. Posteriormente, iniciava-se a checagem e manutenção das parcelas de areia, tendo o término das atividades por volta das 18 horas.

A identificação das pegadas foi baseada em Becker e Dalponte (1991) e em Borges e Tomas (2004). Devido à semelhança de forma e tamanho entre pegadas, algumas espécies foram identificadas até o nível de gênero. É o caso dos gêneros *Didelphis*, *Mazama* e *Galictis*. As espécies registradas em campo foram analisadas de acordo com literatura especializada. Avaliou-se o grau de ame-





Figura 4.76. Armadilha de pegada com isca de banana.

aças de extinção em níveis estadual (SMA, 2008), nacional (MMA, 2003) e global (IUCN, 2008), com a ressalva de que a lista nacional apenas cita os animais, não categorizando as ameaças como as demais listas. As espécies foram categorizadas por seus hábitos alimentares e seguiram as denominações de Robinson e Redford (1986) e para complementações necessárias Fonseca (1996). A abundância relativa de espécies foi calculada pelos dados adquiridos pela metodologia de parcelas de areia, com os quais se obteve a porcentagem de ocorrência de cada espécie, calculada pelo total de registros de pegadas da espécie em relação ao total de pegadas.

Para os cálculos de frequência de ocorrência das espécies, utilizou-se a somatória de todos os dados de busca direta e indireta, excluindo-se apenas os dados oriundos de entrevistas. Foi calculada por meio da porcentagem de ocorrência, com a relação do número de dias em que a espécie foi observada pelo total de dias de observação.

#### 4.8.3.3.2.2. Resultados

Foram obtidos registros de 16 espécies de mamíferos terrestres distribuídas em 13 famílias e 6 ordens. Foram incluídos os gêneros *Didelphis*, *Mazama* e *Galictis*, os quais não permitem a diferenciação das espécies pela análise das pegadas.

No Estado de São Paulo ocorrem duas espécies de dois gêneros diferentes da família Erethizontidae, os ouriços *Coendou prehensilis* e *Sphiggurus villosus* (De Vivo, 1996; Reis et al. 2006). O ouriço entrou na lista de riqueza geral de espécies por dados fornecidos em entrevistas baseadas em conhecimento popular, havendo desta forma a impossibilidade de identificar o animal em nível específico. Assim sua identificação se restringiu ao nível da família.

Duas das espécies presentes na área de estudo estão ameaçadas de extinção, a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) encontra-se vulnerável em nível estadual (SMA, 2008) e também está ameaçada em

nível nacional (MMA, 2003) devido à destruição de seu habitat e à caça predatória para comercialização de sua pele (Reis et al., 2006), e a paca (*Cuniculus paca*), que está quase ameaçada no estado de São Paulo (SMA, 2008), principalmente por ser uma espécie cinegética, ou seja, é alvo de caça. Nenhuma espécie encontra-se ameaçada em nível global, porém as espécies *Procyon cancrivorus* (mão-pelada), *Leopardus pardalis* (jagatirica) e *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro) têm suas populações em declínio (IUCN, 2008) e, desta forma, também merecem destaque e atenção especial. No entanto, a presença dessas espécies está atrelada às florestas presentes no buffer de dois quilômetros e não na gleba destinada ao empreendimento em si.

Os dados de riqueza geral de espécies deste trabalho são próximos aos apresentados em levantamentos realizados em áreas semelhantes, porém não foram registradas espécies como: primatas, tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), quati (*Nasua nasua*), irara (*Eira barbara*), lontra (*Lontra longicaudis*), onça-parda (*Puma concolor*), cateto (*Pecari tayassu*), veado-mateiro (*Mazama americana*), cuíca-d'água (*Lutreolina crassicaudata*) e ratão-do-banhado (*Myocastor coypus*) (Briani et al., 2001; Gheler-Costa, 2002; Silveira, 2005; Dotta, 2005). Dotta (2005) reuniu dados de riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte obtidos em diversos estudos em áreas sob Domínio Atlântico. A riqueza geral deste estudo se enquadra nos valores encontrados em ambientes de Floresta Estacional, onde os registros variam entre 9 e 31 espécies.

A análise dos hábitos alimentares da mastofauna ajuda a refletir a situação atual do ambiente. A categoria trófica a qual pertencem às espécies de mamíferos amostradas é um determinante da tolerância às mudanças no ambiente. Ambientes mais complexos e heterogêneos, em relação à estrutura da vegetação, suportam uma maior diversidade e abundância de mamíferos (Dotta e Verdade, 2007). Através de sua dieta os animais interagem com o ambiente e com as outras espécies sendo que al-

gumas são mais exigentes e outras possuem maior plasticidade em relação aos recursos disponíveis.

A análise das categorias tróficas da comunidade de mamíferos da área estudada aponta para o grupo dos frugívoros/granívoros e para o grupo dos herbívoros/pastadores como as categorias tróficas mais representadas em número de espécies. O caxinguelê (*Guerlinguetus ingrami*), a paca (*Cuniculus paca*) e o ouriço (Família Erethizontidae) estão na categoria dos frugívoros/granívoros e consomem principalmente sementes. Os herbívoros/pastadores preá (*Cavia aperea*), tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*) e lebre-européia (*Lepus capensis*) são espécies que exigem pouco do ambiente, uma vez que, a dieta de ambas as espécies é composta principalmente por gramíneas.

O grupo dos frugívoros/onívoros é formado por espécies de hábitos generalistas que consomem tanto frutas quanto outros animais, desde invertebrados até pequenos vertebrados. Estão nesta categoria o gambá (*Didelphis* sp.) e o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*). Os mamíferos tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) pertencem ao grupo dos insetívoros/onívoros, são consumidores secundários capazes de obter recursos em ambientes alterados. Os veados *Mazama* sp. e *Mazama gouazoubira* pertencem à categoria dos frugívoros/herbívoros e assim como os frugívoros/onívoros e os frugívoros/granívoros, exercem um papel importante na dinâmica florestal através da dispersão de sementes (Redford 1992). A presença de algumas espécies consumidoras de frutas e sementes pode ser um indicador de qualidade ambiental, uma vez que dependem de ambientes mais heterogêneos com distribuição de frutos ao longo do ano todo, como ocorre nas florestas tropicais.

A dieta do mirmecófago tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) é composta basicamente por formigas e cupins, o que não requer grandes exigências do ambiente. Em áreas florestadas deve-se levar em consideração a possibilidade de impactos das medidas de controle de pragas sobre esse grupo de mamíferos. A capivara (*Hydrochaeris hydrocha-*



eris, Figura 4.77) é a única espécie que representa a categoria herbívoro/podador, e tem uma grande capacidade em utilizar os recursos disponíveis em ambientes bastante alterados.

A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e o furão (*Galictis* sp.) compõem a categoria dos carnívoros, considerada mais exigente em termos ambientais. Esse fato se deve à dependência dessas espécies por cadeias alimentares estruturadas no ambiente em que vivem. Segundo Pitman (2000) são consideradas espécies de “topo de cadeia”, tendo uma grande importância ecológica no ambiente devido à regulação de suas presas locais e desta forma, influenciando na dinâmica de todo o ecossistema em que estão inseridos.

Apenas três espécies foram observadas diretamente: o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o caxinguelê (*Guerlinguetus ingrami*) e a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). O caxinguelê é arbóreo e dificilmente imprime suas pegadas no solo.

Sua visualização foi a única forma de detecção durante os dias de amostragem. As demais espécies puderam ser vistas provavelmente devido às suas abundâncias e frequências serem relativamente altas nas áreas onde foram avistadas. A baixa eficiência do método de observação direta é explicada pelos hábitos predominantemente noturnos da maioria das espécies de mamíferos associada a outras características, como áreas de vida relativamente grandes e baixas densidades populacionais (Pardini et al., 2003).

A maioria das espécies e gêneros da listagem geral foi registrada por meio de observação indireta, com destaque para a identificação de pegadas, com 68,75% (11 de 16) dos registros, provavelmente devido ao esforço de coleta ser direcionado para esta metodologia. Cabe ressaltar que *Didelphis* sp. (gambá), *Galictis* sp. (furão) e *Cavia aperea* (preá) só foram detectadas em campo através do uso de parcelas de areia. Duas espécies tiveram seus ves-



Figura 4.77. Capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*).



tígios como uma das formas de registro, mas especificamente através de suas fezes. É o caso do tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*) e da jaguatirica (*Leopardus pardalis*) (Figura 4.78).

As entrevistas servem como ferramenta acessória ao trabalho, pois se utiliza do conhecimento de terceiros para o enriquecimento dos registros. As entrevistas somaram o total de 75% da riqueza geral de espécies, havendo quatro espécies que não foram detectadas pelas metodologias aplicadas, sendo adicionadas à lista geral devido às entrevistas. Cabe ressaltar que a confiabilidade dos dados foi avaliada, sendo adicionados à riqueza os dados fornecidos por quatro entrevistados, sendo dois deles o coordenador geral do Horto e o capitão do destacamento da Polícia Ambiental.

Desta forma, a aplicação de diferentes metodologias mostrou-se coerente, pois as particularidades dos hábitos de vida dos animais fazem com que cada espécie seja detectada mais facilmente de um modo, como aponta a análise das formas de registro. Além disso, o uso de diferentes métodos é indicado pela literatura e minimiza problemas de sub ou superamostragens de algumas espécies.

A abundância relativa das espécies foi calculada usando os dados obtidos pelo método de parcelas de areia. Foram obtidos 100 registros de seis espécies diferentes e foram calculadas as porcentagens de ocorrência para cada uma. De forma a evitar a super-

estimativa do número de registros de uma mesma espécie, foi considerado um registro por conjunto de pegadas quando a parcela de areia se encontrava repleta de rastros de uma única espécie (Figura 4.79).

Têm-se como mais abundantes o cachorro-do-mato (*Cercopithecus thous*) e o gambá (*Didelphis sp.*), com respectivamente 43% e 40% dos registros gerais encontrados nas parcelas (Figura 4.80). Nota-se que apesar da semelhança nos valores encontrados nas porcentagens de abundância relativa, o cachorro-do-mato é abundante em matas ciliares e na matriz graminóide, enquanto o gambá tem preferência por ambientes florestais, sendo abundante nas matas ciliares e ausente nas demais áreas. Também foi encontrada maior porcentagem de ocorrência para o cachorro-do-mato (*Cercopithecus thous*) em estudos realizados na região de Corumbataí-SP (Dotta, 2005) e em Cabralia Paulista (Haddad, 2008). Este animal tem grande mobilidade e hábito oportunista e generalista, sua dieta varia sazonalmente, consumindo desde pequenos invertebrados até pequenos vertebrados e frutos (Reis et al., 2006). Adapta-se, portanto, com facilidade em ambientes fragmentados, bem como em habitat em regeneração (Courtenay e Maffei, 2004).

A frequência de ocorrência foi calculada pela somatória de todos os dados de busca direta e indireta e posteriormente categorizada como proposto na metodologia (Tabela 4.17).

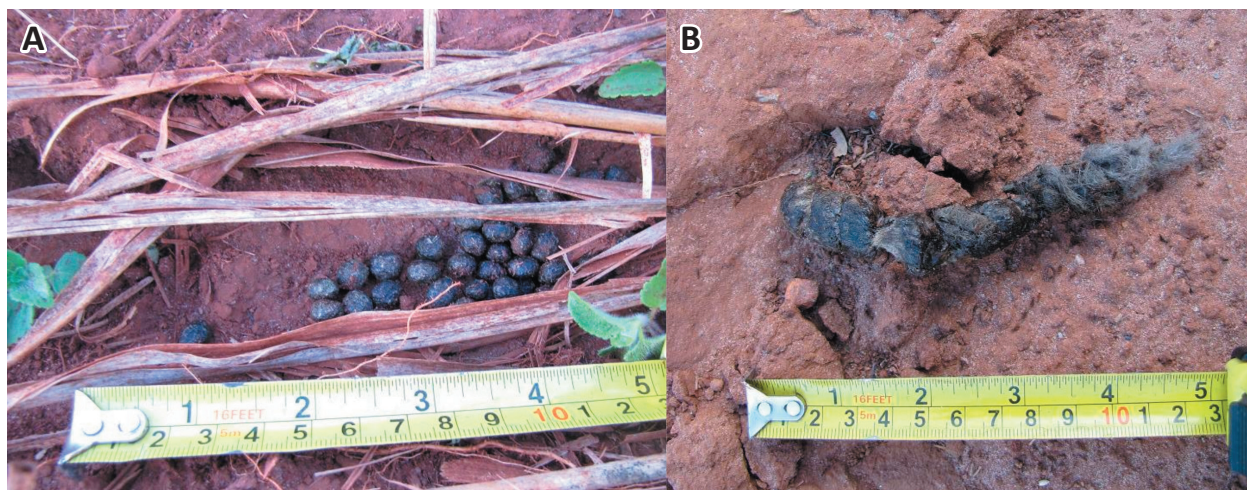


Figura 4.78. Fezes de tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*) (A) e fezes de jaguatirica (*Leopardus pardalis*) (B), vestígios que servem como registro indireto das espécies.



Figura 4.79. Parcela de areia com inúmeros rastros de *Didelphis* sp.

Novamente temos *Didelphis* sp. (gambá) e *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) em destaque como as espécies mais freqüentes (Figura 4.80). A disposição em classes de porcentagem aponta pra quatro espécies residentes, ou seja, estes animais dependem quase que exclusivamente dos recursos dispostos na área para a sua sobrevivência.

O índice de diversidade de Shannon (H') aponta para um valor de 0,54. Este valor mostra-se abaixo do único trabalho encontrado em literatura executado em área semelhante, que aponta para valor geral de 0,92, variando entre 0,65 e 0,97 durante as estações do ano. Devido ao baixo número de trabalhos publicados que usam esta ferramenta, o valor encontrado servirá apenas como base comparativa em futuros monitoramentos.

#### 4.8.3.3.2.3. Análise por Área

##### - Solo Exposto

Caracterizam-se extensões de solo exposto, com baixíssima cobertura vegetal, delimitada por mo-

nocultura (*Citrus* sp.) e por uma rodovia. Foi a área com menor riqueza encontrada, apenas *Mazama* sp. (veado), *Silvilagus brasiliensis* (tapiti) e *Lepus capensis* (lebre-européia, Figura 4.81) foram detectados. Ambos têm boa parte de sua alimentação baseada no consumo de folhas, e provavelmente

Tabela 4.17. Freqüência das espécies registradas na área de estudo

Espécies	Categorias de freqüência
<i>Cerdocyon thous</i>	residente
<i>Didelphis</i> sp.	residente
<i>Cavia aperea</i>	residente
<i>Dasypus novemcinctus</i>	residente
<i>Galictis</i> sp.	freqüente
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	freqüente
<i>Procyon cancrivorus</i>	freqüente
<i>Guerlinguetus ingrami</i>	ocasional
<i>Lepus capensis</i>	ocasional
<i>Silvilagus brasiliensis</i>	rara
<i>Leopardus pardalis</i>	rara
<i>Mazama</i> sp.	rara



ocorrem na área devido a presença de gramíneas. Cabe destacar que a lebre-européia é uma espécie exótica e compete diretamente com a espécie brasileira tapiti pela semelhança nos hábitos de vida, incluindo o consumo da mesma fonte de alimentos. Também influencia a relação predador-presa, pois diminui o consumo de presas nativas em áreas relativamente conservadas e serve como fonte de alimento em áreas mais degradadas.

Foram encontrados inúmeros rastros de gatos e cachorros domésticos (*Felis catus* e *Canis familiaris*), podendo influenciar direta e indiretamente a fauna silvestre.

#### - Matriz Graminóide

Área diretamente afetada corresponde a uma matriz de capim colônio na qual foram detectadas apenas duas espécies, *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha). Ambas as espécies são insetívoras/ onívoras e desta forma apresentam hábito generalista e oportunista. Deslocam-se em grandes áreas, sendo estimadas em literatura suas áreas de vida: 1,1 a 13,8 ha para o tatu e 4,5 km<sup>2</sup> para fêmeas e 2,8 a 3,8 km<sup>2</sup> para machos de cachorro-do-mato.

Há em suas proximidades uma propriedade particular com uma grande horta, onde foram detectadas as espécies da família Leporidae.

#### - Floresta Ciliar do Museu da Fruta

Área de mata ciliar situada próxima ao Museu da Fruta. Foram detectadas sete espécies na área, com destaque para a grande quantidade de rastros da espécie *Hydrochaeris hydrochaeris* (capivara), que pôde até mesmo ser avistada no local e para

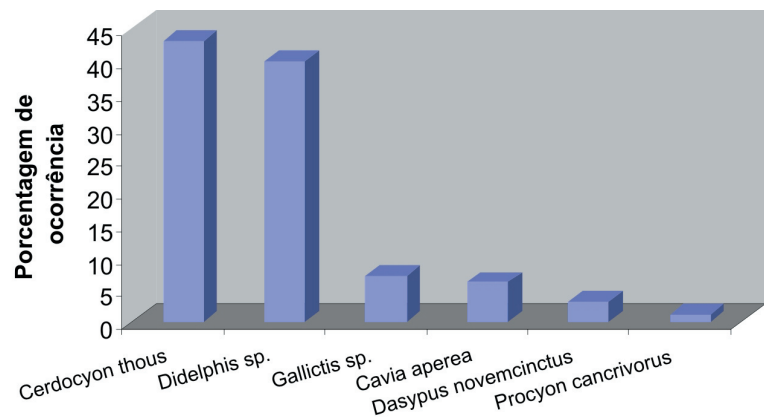


Figura 4.79. Gráfico da abundância relativa das espécies detectadas nas parcelas de área.

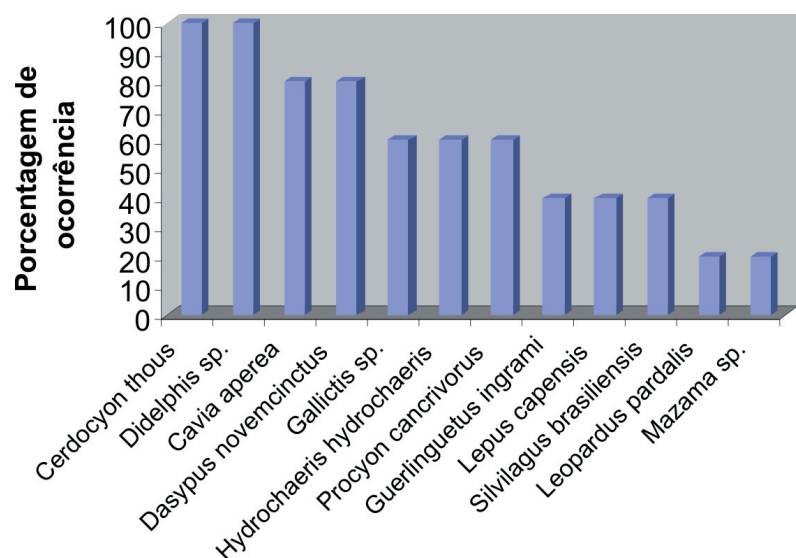


Figura 4.80. Gráfico de frequência relativa das espécies detectadas na área de estudo.

a ocorrência de *Galictis sp.* (Figura 4.82), espécie carnívora e, portanto mais exigente em termos ambientais.

#### - Floresta Ciliar da Granja

Esta área apresentou boa riqueza geral quando comparada as demais áreas amostradas, com 9 das 16 espécies detectadas (56,25%). A área de mata ciliar é a mais isolada dos remanescentes de vegetação nativa, tem capacidade de abrigar espécies frugívoras e carnívoras, mostrando que apesar da degradação e do pequeno tamanho do fragmento, este ainda apresenta condições mínimas para a





Figura 4.81. Rastro da espécie exótica lebre-européia (*Lepus capensis*).

sobrevivência da comunidade de mamíferos local, incluindo espécies mais exigentes. Destaque para a ocorrência da jagatirica (*Leopardus pardalis*), espécie ameaçada de extinção em nível estadual e nacional.

#### - Floresta do Horto

O Horto Florestal de Limeira possui a particularidade de ser composto principalmente por uma floresta plantada, onde a vegetação nativa é pouco representada. É nas proximidades desta vegetação

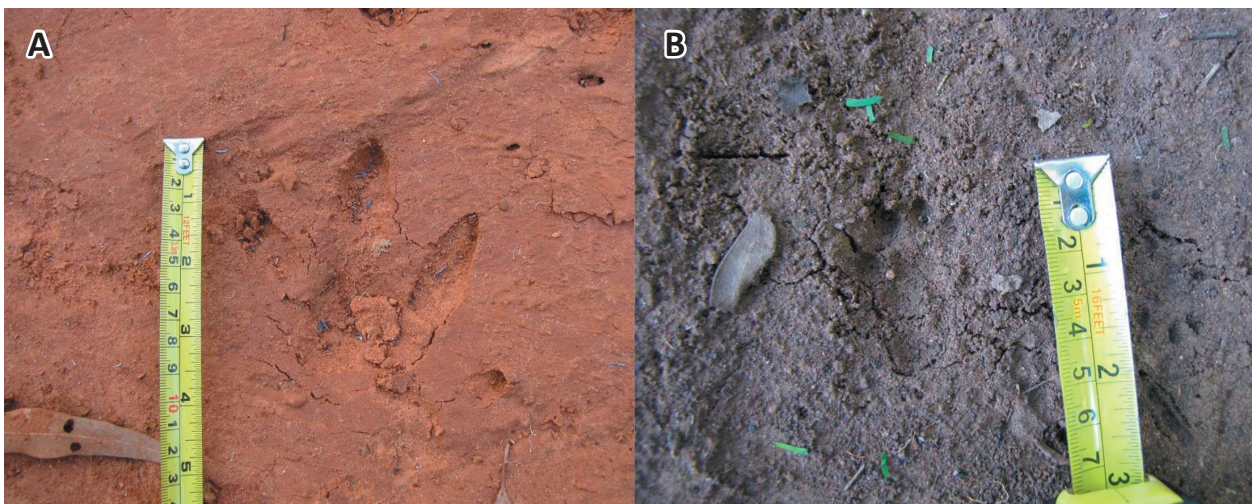


Figura 4.82. Rastro de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (A) e de furão (*Galictis* sp.) (B).



nativa que foram observados rastros nas estradas de terra e em seu interior foram implantadas as parcelas de areia. Apenas cinco espécies foram detectadas em campo, sendo outras cinco incluídas na listagem desta área por entrevista, totalizando 10 espécies (75%). A estrutura do Horto possibilita a presença de funcionários voltados à área ambiental e desta forma se tem uma atenção especial para a fauna, explicando assim a importância dos dados de entrevista. Destaque para a ocorrência das duas espécies ameaçadas detectadas neste estudo.

#### - Floresta Ciliar do Ribeirão Tatu

A área possui uma pista de Motocross com solo exposto e é cercada por um fragmento de mata nativa. O uso contínuo da área deixa o solo marcado pelos pneus das motos, tendo, portanto a difícil detecção dos rastros, além do provável afugentamento dos animais devido às constantes perturbações sonoras. É grande o risco de atropelamentos. Os animais foram detectados principalmente numa longa estrada de terra à direita da pista de Motocross que delimita uma faixa de mata nativa.

#### 4.8.3.3.2.4. Conclusões

A fauna de mamíferos de médio e grande porte da área estudada é caracterizada por uma riqueza geral de 16 espécies, incluindo um mamífero de pequeno porte, o preá (*Cavia aperea*). Duas destas espécies estão ameaçadas: a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e a paca (*Cuniculus paca*).

A metodologia aplicada em campo com maior eficiência foi a baseada em observações indiretas dos animais, ou seja, através de seus rastros e demais vestígios, com o total de 68,75% dos registros. A soma de outras metodologias é indicada e coerente, pois apesar do número inferior de registros, outros métodos possibilitam a detecção de espécies antes não observadas, como as de hábito arborícola que dificilmente imprimem seu rastro no solo. O uso de entrevistas também é de suma importância, desde que se avalie a confiabilidade dos dados fornecidos por terceiros.

As áreas de mata ciliar totalizaram 87,5% dos registros, sendo que a floresta do Horto abriga 62,5% da mastofauna, seguido das áreas nomeadas de floresta ciliar da Granja e floresta ciliar do Museu da Fruta com respectivamente 56,25% e 43,75%. Desta forma, chega a ser óbvia a importância destes habitats para a fauna local. A área possui pequenos fragmentos de vegetação nativa, e apesar de suas extensões, ainda abriga espécies especializadas e ameaçadas. O simples fato de existirem registros destes animais não implica em condições ambientais satisfatórias à manutenção de populações residentes.

Deve-se se atentar a presença de animais domésticos como gatos (*Felis catus*), cachorros (*Canis familiaris*) e cavalos (*Equus caballus*), que podem interferir de forma negativa sobre a comunidade de fauna silvestre.

As áreas florestadas são mais ricas e abundantes que as demais, mostrando a importância da preservação dessas áreas para fauna. Propõem-se o aumento e enriquecimento de tais áreas, a fim de garantir a manutenção da comunidade de mamíferos existente na região e até mesmo proporcionar a recolonização de espécies que não ocorrem mais ali.

#### 4.8.3.4. Invertebrados bentônicos aquáticos

##### 4.8.3.4.1. Introdução

A comunidade bentônica é formada por animais (zoobentos) e vegetais (fitobentos), que se caracterizam por habitar o interior do sedimento ou a superfície deste (ESTEVES, 1988). Dentre esses, os macroinvertebrados bentônicos se destacam. Eles constituem uma importante comunidade em rios, riachos e lagoas, servindo de alimento para peixes e crustáceos, e participando do fluxo de energia e da ciclagem de nutrientes. A comunidade de macroinvertebrados em ambientes lóticos está representada por vários filos, como Arthropoda (insetos, ácaros, crustáceos), Mollusca (gastropódos e bivalves), Annelida (oligoquetos), Nematoda e Platyhelminthes (HAUER & RESH 1996).

O uso desses organismos como bioindicadores na qualidade das águas é recomendado, pois refletem as mudanças do ambiente (ESTEVES 1998). O conhecimento dessa fauna, portanto, constitui um passo fundamental para o entendimento das relações inter-specíficas e do ecossistema como um todo.

A distribuição dos organismos aquáticos é o resultado da interação entre o hábito, condições físicas, que caracterizam o habitat, e a disponibilidade alimentar (MERRITT & CUMMINS 1984). Dentre as variáveis abióticas de maior significância estão a velocidade da corrente, a temperatura e o oxigênio dissolvido na água.

Nos programas de monitoramento com emprego de parâmetros biológicos, para avaliação quali-quantitativa das condições ecológicas-sanitárias das águas de qualquer ecossistema lântico e lótico, a fauna bêntica, em especial os macroinvertebrados está tendo, portanto, ampla difusão nos vários continentes. Desta forma, o estudo da macrofauna bentônica juntamente com os parâmetros físicos e químicos, representa um melhor entendimento dos efeitos das variações ambientais.

#### 4.8.3.4.2. Invertebrados Bentônicos no Estado de São Paulo

A fauna de invertebrados bentônicos de água doce do Estado de São Paulo, com exceção de número reduzido de táxons de insetos, tem sido pouco estudada taxonomicamente, acompanhando a situação da Região Neotropical (HURLBERT et al., 1981). Quanto aos conhecimentos sobre a história natural, foram sumariados em 1964 (VANZOLINI, 1964) e, desde então, melhoraram pouco para alguns grupos de insetos.

De acordo com estudos em córregos sob diferentes usos do solo no Estado de São Paulo, destaca-se maior participação dos grupos Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera e Coleoptera nos córregos situados em áreas preservadas e a maior participação de Odonata, Diptera, Bivalvia e Gastropoda nos córregos situados em áreas impactadas (SURIANO, 2008).

Na represa do Guarapiranga, inserida na bacia do Guarapiranga, sub-bacia do Alto Tietê, ROCHA ET AL. (2000), verificou o predomínio de organismos adaptados às condições adversas, como os Tubificidae, Chaoboridae e Chironomidae. O aumento significativo na densidade dos Oligochaeta-Tubificidae e a queda no número de larvas de Chironomidae, permitiram inferir que está em curso um acentuado processo de seletividade da macrofauna bentônica; devido a alta concentração de matéria orgânica lançada no reservatório do Guarapiranga.

FRANÇA (2006), caracterizou a comunidade bentônica dos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, pertencentes à Bacia do Paraná. Como resultado obteve como principais grupos representantes da comunidade bentônica os Mollusca, Oligochaeta e Chironomidae. Dentre os Mollusca foram encontradas três espécies exóticas: *Melanoides tuberculata*, *Corbicula fluminea* e *Helisoma* sp. *M. tuberculata* foi a espécie mais abundante, correspondendo a mais de 60 % do total de indivíduos.

Especificamente na Bacia do Rio Piracicaba, IMBIMBO (2006) realizou um estudo avaliando a qualidade ambiental dos rios Atibaia, Atibainha e cachoeira utilizando invertebrados bentônicos. Os resultados mostraram um gradiente de poluição ao longo dos rios que foi acompanhado pelo índice EPT nos níveis de gênero e família. Não foi possível selecionar grupos de táxons como indicadores de condições ambientais degradadas e preservadas, pois a maioria dos gêneros ocorrentes é tolerante à poluição. No relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, produzido pela CETESB (2007), o índice da comunidade bentônica (ICBRIO) no reservatório Salto Grande, no município de Americana foi considerado regular e no Rio Piracicaba, 300 m à jusante do ribeirão Tatu, também em Americana, foi ruim. Ambos com dominância de organismos tolerantes maior que 70%.

No município de Limeira, sede do empreendimento em questão, não foi encontrado registro na literatura sobre levantamentos da comunidade de invertebrados bentônicos.



#### 4.8.3.4.3. Objetivo

Este estudo teve como objetivo caracterizar a comunidade dos macroinvertebrados bentônicos presentes nos cursos de água da área de influência direta do empreendimento. Juntamente com essa caracterização, foi feita uma correlação com parâmetros de qualidade dessas águas e características do substrato.

#### 4.8.3.4.4. Material e Método

##### 4.8.3.4.4.1. Área de estudo

A distribuição espacial dos pontos de coleta foi direcionada a partir de imagem de satélite da área de influência. Foram distribuídos quatro pontos de coleta abrangendo todos os cursos de água presen-

tes na área (Figura 4.83). Dois pontos foram instalados em dois riachos que margeiam a área do empreendimento e dois pontos no ribeirão Tatu, antes e após a área diretamente afetada (Tabela 4.18).

##### 4.8.3.4.4.2. Amostragem

Cada local de coleta foi dividido em cinco pontos de amostragem de 10 metros de comprimento cada, delimitados com estacas de madeira, totalizando 50 metros. A coleta dos macroinvertebrados foi realizada tendo como base o Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos (SILVEIRA ET AL, 2004), com algumas modificações: utilizou-se peneira de malha 0,5 mm e 40 cm de diâmetro. Não foi realizada flotação em laboratório devido à presença de moluscos com conchas.



Figura 4.83. Pontos de coleta de invertebrados bentônicos e variáveis ambientais. A, R. Tatu antes; B, R. Tatu depois; C, Corpo d'água Norte; D, Corpo d'água Sul.

Tabela 4.18. Descrição dos pontos de coleta na sub-bacia do Ribeirão Tatu em Limeira.

Ponto de coleta	Coordenadas	Descrição	ICB <sub>rio</sub> CETESB (2007)
1	22°37'18.3"S 47°21'29.87"W	Ribeirão Tatu, antes do empreendimento (Figura1A)	Ruim
2	22°38'57.2"S 47°21'05.15"W	Ribeirão Tatu, depois do empreendimento (Figura1B)	Ruim
3	22°37'21.06"S 47°22'20.48"W	Curso de água Norte (Figura1C)	Não estudado
4	22°38'22.4"S 47°21'53.04"W	Curso de água Sul (Figura1D)	Não estudado

A amostragem foi realizada no leito e nas margens. No leito as amostras foram compostas na sua maioria por sedimentos e nas margens por folhoso retido, o que definiu dois substratos diferentes. O esforço amostral foi de 3 amostras para cada substrato. Nos quatro locais foram coletadas 120 amostras (5 pontos x 2 substratos x 3 repetições x 4 locais).

Em cada um dos cinco pontos, foram registradas as seguintes variáveis físicas e químicas dos ambientes: a) a velocidade da corrente, verificada através do método de objetos impulsionados pela correnteza (SCHWOERBEL 1975); b) a temperatura da água, medida com termômetro de escala interna; c) o oxigênio dissolvido, medido com auxílio de um termo-oxímetro portátil OXI 330/ SET-WTW; d) o pH, registrado com auxílio de um medidor portátil Cole & Parmer; e) a condutividade elétrica, medida com condutivímetro portátil YST Model 33.

Amostras dos sedimentos nos cinco pontos de amostragem foram retiradas utilizando-se uma pá, retirando-se o sedimento superficial até 10 cm. Das cinco amostras fez-se uma amostra composta. Essa amostra foi acondicionada em saco plástico, etiquetada e levada para análise granulométrica de classes de textura no Laboratório de Solos da ESALQ/USP em Piracicaba. Análises no local, identificaram a presença de seixos e cascalhos nos pontos 3 e 4; nos pontos 1 e 2 apenas areia grossa de acordo com a escala de Wentworth.

As coletas foram realizadas durante o mês de maio de 2009. Essa época foi escolhida por representar um período intermediário entre os meses mais chuvosos e mais secos do ano. Desta forma,

evitou-se amostrar em períodos de estresse para a fauna, pois na época seca o volume de água nas nascentes diminui muito. Por outro lado, na época chuvosa, o grande volume de água pode deslocar os organismos do substrato.

#### 4.8.3.4.5. Resultados e Discussão

##### 4.8.3.4.5.1. Variáveis abióticas

As médias dos parâmetros físico-químicos da água, medidos em cada ponto de coleta estão apresentadas graficamente na Figura 4.84. A granulometria dos sedimentos está representada por essa Figura.

Os dois córregos (Figura 4.83 C e D), situados próximo a área do empreendimento, possuem mata ripícola em alguns trechos, porém, estreitas e bastante antropizadas. Seus leitos são compostos por seixos, cascalhos e areia grossa e, observou-se também uma diversidade de habitats proporcionada pelo acúmulo de folhas e troncos submersos. Por serem córregos de baixa ordem, caracterizam-se pela baixa profundidade (média de 10,5-38 cm), estreitos (largura média de 0,5-1,63 m) e velocidade média de correnteza da água lenta (0,02-0,03m/s). De modo geral, as águas são bem oxigenadas, com valores acima de 5 mg.L<sup>-1</sup>, (5,8-6,5 mg.L<sup>-1</sup>), considerado valor desejado segundo os índices da CETESB (2007). A temperatura média da água ficou entre 17-18,8°C. Entretanto a condutividade elétrica é elevada (100-150µS.cm<sup>-1</sup>). As medidas de condutividade fornecem informações importantes sobre os ecossistemas aquáticos e bacias de drenagens,

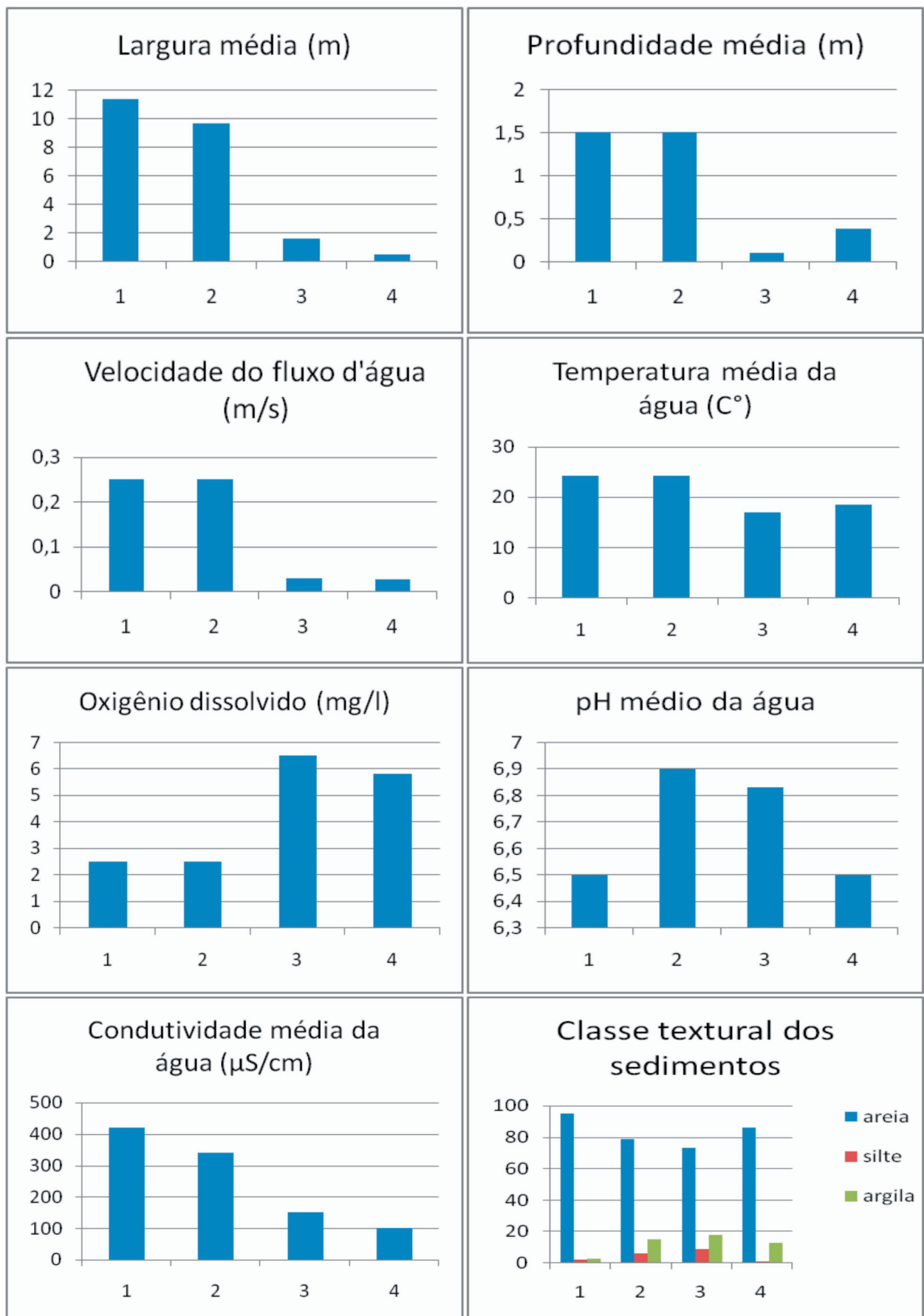


Figura 4.84. Variáveis abióticas medidas nos quatro pontos de coleta.



principalmente quanto às concentrações iônicas e a magnitude dos processos de decomposição (WETZEL & LIKENS, 1991). Na caracterização trófica de 23 reservatórios do Estado de São Paulo TUNDISI et al (1988) utilizaram a condutividade elétrica para determinar o grau de eutrofização, considerando como ambientes eutróficos àqueles com valores de condutividade acima de  $60\mu S \cdot cm^{-1}$ . Considerando isso, pode-se considerar os córregos em questão como eutrofizados.

Os valores de pH (6,5-6,9) estão dentro dos valores desejáveis segundo CETESB(2007).

Nos pontos situados no Ribeirão Tatu (Figura 4.83 A e B) o leito é composto basicamente por lodo e canal com pouca sinuosidade o que reflete em pouca diversidade de habitats, desprovidos de mata ripícola, apresentando vegetação predominante de gramíneas. Por ser um corpo d'água maior do que os outros dois cursos de água amostrados apresenta medidas de profundidade, largura e velocidade de correnteza bem maiores nos dois pontos amostrados (Figura 4.84). As temperaturas também foram maiores nesses pontos ( $24,3^{\circ}C$ ), assim como, a condutividade elétrica, que atingiu  $420\mu S/cm$  no ponto 1 a montante do empreendimento. Esse valor elevado de condutividade indica segundo TUNDISI et al (1988) alto grau de eutrofização e podendo indicar também características corrosivas da água. O oxigênio dissolvido foi bem inferior aos padrões da CETESB para comunidades aquáticas ( $2,5 mg \cdot L^{-1}$ ). O oxigênio é um gás de fundamental importância para o metabolismo da maioria dos organismos que habitam os ecossistemas aquáticos. Segundo ESTEVES (1998), nos ambientes aquáticos as principais fontes são as atividades fotossintéticas das algas e macrófitas, difusão e turbulência. O Ribeirão Tatu recebe alta carga de rejeitos urbanos e industriais, estando em alto nível de degradação. O ribeirão Tatu é o principal corpo receptor das cidades de Cordeirópolis e Limeira (São Paulo) e um importante afluente do rio Piracicaba. A cidade de Limeira com uma população de 270 mil habitantes hospeda um imenso parque industrial de jóias

semi-folheadas onde é comum a utilização de banhos com metais pesados, cianeto e outros compostos químicos. Além disso, estima-se que ainda hoje 30% dos esgotos domésticos de Limeira são descartados nos corpos d'água da cidade sem tratamento (REGATTIERE, 2007). Ainda segundo esse autor, o índice de qualidade de água (IQA) e o Índice de Proteção das Comunidades Aquáticas (IP-CMA), CETESB (2007), para um ponto no Ribeirão Tatu, próximo a esse trabalho, foram considerados ruins. As altas concentrações de coliformes fecais, aumento da DBO e instabilidade dos parâmetros físico-químicos são responsáveis por esta qualidade atribuída ao Tatu, além do comprometimento dos parâmetros essenciais como OD e toxicidade com ponderação pela quantificação de substâncias tóxicas como cobre e surfactantes na água.

Ações de intervenção ambiental são necessárias visto que o ribeirão Tatu atravessa toda a cidade de Limeira, o risco da proliferação de vetores, emissão de odores, prejuízo à vida aquática e limitação do uso recreativo e contemplativo são problemas graves reais que hoje afetam a população da cidade de Limeira.

#### 4.8.3.4.5.2. Comunidade de Invertebrados Bentônicos

Foram coletados 939 indivíduos incluídos em 24 família e 4 morfotipos (1 Arachnida e 4 Diptera), representados pelas Classes Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Arachnida, Malacostraca e Insecta (Tabela 4.19). Como pode ser visto na Tabela 4.19, a grande maioria dos táxons apresentou baixo número de indivíduos na comunidade, muitas delas sendo restritas a apenas um dos locais. Dentre os táxons que se destacaram devido ao elevado número de representantes, Chironomidae e Tubificidae foram os únicos grupos de maior abundância, encontrados em todos os locais. Isso se deve ao fato de que apenas essas duas famílias foram coletas nos dois pontos do Ribeirão Tatu. A dominância exclusiva dessas duas famílias ressalta o alto grau de poluição no qual se encontra o Ribeirão Tatu. A Tabela 4.20 mostra os valores obtidos

dos índices de diversidade, riqueza, riqueza de taxa sensíveis (Ssens), dominância de grupos tolerantes (T/DT), e o Índice da Comunidade Bentônica (IC-BRIO). Apesar do índice de diversidade ( $H'$ ) para o ponto 3 ( $H' = 2,0$ ) e ponto 4 ( $H' = 1,8$ ) serem bastante semelhantes, a riqueza de famílias foi maior no ponto 3, 22 famílias, comparado a 15 famílias no ponto 4. Além dessa diferença, esses locais apresentam dominância taxonômica distinta. No ponto 3 as cinco famílias mais abundantes foram: Sphaeriidae, Chironomidae, Glossiphoniidae, Veliidae e Libellulidae. Já no ponto 4, foram Chironomidae, Dytiscidae, Tubificidae, Ancylidae e Hydrophilidae, tendo como família incomum Chironomidae. Chironomidae é citada em muitos trabalhos de cunho ecológico, o que reflete na sua ampla distribuição nos mais diversos habitats (SANSEVERINO & NES-SIMIAN, 1998, 2001; HENRIQUES-OLIVEIRA, 2003; ROQUE et al., 2003). Entretanto, é reconhecida a supremacia desse grupo em córregos expostos a interferências antrópicas como o desmatamento e a entrada de poluentes inorgânicos, por exemplo, agrotóxicos lixiviados de campos agrícolas (PELÁEZ-RODRÍGUEZ, 2001; CORBI, 2006), bem como em sistemas enriquecidos organicamente (KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005).

Tabela 4.19. Número de indivíduos dos táxons de macroinvertebrados bentônicos amostrados, relacionados por pontos de coleta de cursos d' água no município de Limeira, SP.

Táxon	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Hirudinea				
Glossiphoniidae	-	-	51	-
Oligochaeta				
Tubificidae	100	75	6	28
Bivalvia				
Sphaeriidae	-	-	112	10
Gastropoda				
sp1	-	-	-	1
Ancylidae	-	-	3	19
Physidae				
Physa sp.	-	-	1	-
Planorbiidae				
Biomphalaria sp.	-	-	5	-
sp. 1	-	-	1	-

Tabela 4.19. Número de indivíduos dos táxons de macroinvertebrados bentônicos amostrados, relacionados por pontos de coleta de cursos d' água no município de Limeira, SP.

Táxon	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Malacostraca				
Hyalellidae				
Hyalella sp.	-	-	1	-
Arachnida			1	
Insecta				
Diptera				
Ceratopogonidae	-	-	2	-
Chironomidae	120	90	70	74
Culicidae	-	-	1	-
Psycodidae				
Pericoma sp	-	-	-	1
Tabanidae	-	-	2	-
Tipulidae	-	-	9	2
Indeterminado	-	-	3	-
Coleoptera				
Dryopidae				
Helichus sp.	-	-	-	6
Dytiscidae	-	-	1	54
sp.2	-	-	-	5
sp.3	-	-	-	1
Gyrinidae	-	-	6	-
Hydrophilidae	-	-	-	13
Berosus sp.	-	-	4	-
sp.2	-	-	5	1
Scirtidae	-	-	1	-
Hemiptera				
Veliidae	-	-	20	-
Trichoptera				
Calamoceratidae				
Phylloicus sp.	-	-	1	2
Ephemeroptera				
Caenidae				
Caenis sp.	-	-	1	1
Odonata				
Aeshnidae				
Gynacantha sp.	-	-	-	1
Coenagrionidae				
Acanthagrion sp.	-	-	6	1
Libellulidae				
Orthemis sp.	-	-	3	1
sp. 2	-	-	16	1
<b>TOTAL</b>	<b>220</b>	<b>165</b>	<b>332</b>	<b>222</b>

Tabela 4.20. Resultados dos índices calculados para a comunidade de invertebrados bentônicos de três cursos d' água no município de Limeira-SP.

Índices	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
T/DT	1	1	0,228	0,457
Ssens	0	0	2	2
S	2	2	22	15
H'	0.68	0.68	2.0	1.8
ICB <sub>RI</sub>	Ruim	Ruim	Boa	Boa

Levando-se em consideração a riqueza de táxon sensíveis (Ssens) a ordem Plecoptera, por sua ausência na amostragem, não contribui com os resultados. Apenas Ephemeroptera e Trichoptera foram registrados, com baixa abundância, representados pelos gêneros *Phylloicus* e *Caenis* respectivamente. Esses gêneros podem ser encontrados em uma variedade de habitat, inclusive em córregos mais impactados, como observado por (SURIANO 2008). A ausência de indivíduos da ordem Plecoptera, aliado os gêneros acima citados, pode ser um indício de que esses cursos d'água estão sofrendo efeitos do impacto gerado pelas atividades antrópicas nos arredores.

Além dos insetos, outros invertebrados também tiveram participação importante na composição da comunidade de macroinvertebrados. A família Sphaeriidae foi dominante no ponto 3, sendo também encontradas Planorbidae e Physidae. Segundo SURIANO (2008), em córregos de baixa ordem sob diferentes uso do solo no Estado de SP, Mollusca foi praticamente exclusivo em córregos considerados impactados, ressaltando-se as maiores densidades numéricas de Gastropoda em pastagem (*Biomphalaria*, *Physa*) e de Bivalvia em cana-de-açúcar (Sphaeriidae). Outra família importante e exclusiva nesse local foi Glossiphoniidae pertencentes à classe dos Hirudineos, vulgarmente chamados de sangue-sugas. De acordo com DAVIES & GOVEDICH (1991), os Hirudinea são organismos predadores ou ectoparasitas de vertebrados que habitam áreas marginais de pouca correnteza e com altos teores de poluentes orgânicos. No entanto foi encontrado um indivíduo de Crustacea (*Hyaella*) considerado bioindicador de qualidade ambiental (BORTOLUZZI et al., 2007). Isso é mais um fato que demonstra

que esse córrego pode estar perdendo sua qualidade à medida que táxons sensíveis a poluição são substituídos por organismos tolerantes.

Apesar disso, a classificação do ICBRIO para os córregos 3 e 4 foi boa, enquanto os pontos 1 e 2, no Ribeirão Tatu foi classificado como ruim (Tabela 4.20). Essa classificação do ribeirão Tatu foi devida a dominância exclusiva de táxons tolerantes como Chiromonidae e Tubificidae. A alta abundância desta última família é associada com as habilidades adaptativas para sobreviver sob baixas condições de oxigênio, próximas a condição anaeróbica (ASTON, 1973).

A maior abundância e riqueza de invertebrados nos pontos 3 e 4 pode ser devido ao maior grau de preservação do ambiente, e a maior quantidade de folhigo, o qual serve de alimento e abrigo para muitas larvas de insetos. Outro fator é a heterogeneidade do substrato, proporcionando maior riqueza e abundância de espécies nesses córregos. Diferentemente, no Ribeirão Tatu, onde o substrato homogêneo limita, juntamente com a poluição, a distribuição dos organismos.

Fatores químicos e físicos da água também são importantes na determinação da comunidade de invertebrados bentônicos. Os resultados da correlação de Pearson, dos dados bióticos com os abióticos medidos mostraram significância apenas para, oxigênio dissolvido e temperatura. Essas variáveis apresentaram correlação com a riqueza de espécies ( $r = 0,96$   $P = 0,03$ ) e ( $r = -0,98$   $P = 0,012$ ) respectivamente, indicando que a riqueza de espécies aumenta com o aumento de  $O_2$  dissolvido e diminui com a temperatura da água. O número de indivíduos não foi correlacionado com nenhuma das variáveis medidas. A condutividade, o pH e a classe textural dos sedimentos não apresentaram correlação significativa ( $P > 0,05$ ).

De acordo com os resultados obtidos, o conjunto de fatores que inclui a ausência da mata ripícola, o aumento da temperatura da água, diminuição do  $O_2$  dissolvido, a sedimentação e a alteração da comunidade de macroinvertebrados bentônicos pode ser bom preditor da integridade dos cursos d'água avaliados.



## 4.9. DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

O diagnóstico do meio socioeconômico reuniu informações socioeconômicas do município sede do empreendimento (Limeira, SP). Para isso, utilizou-se de um vasto banco de dados de informações tanto primárias, levantadas em campo, quanto secundárias, disponível para consulta e uso público.

Dentro das fontes principais de informações secundárias constam aquelas disponíveis nos sítios eletrônicos governamentais – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), Ministério do Trabalho e Emprego – CAGED, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP, e, o sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Limeira ([www.limeira.sp.gov.br](http://www.limeira.sp.gov.br)). O Principal documento que norteou a reunião de informações socioeconômicas do município – o Memorial Participativo de Revisão do Plano Diretor de Limeira (jan/06 a dez/07), elaborado pela Secretaria de Planejamento e Urbanismo do município. No entanto, o documento-mestre que norteou a estrutura do diagnóstico socioeconômico foi o Parecer Técnico CPRN/DAIA/137/07.

O diagnóstico do meio socioeconômico visou primordialmente compatibilizar a descrição da dinâmica econômico-social e espacial da área de estudo às especificidade do empreendimento em análise.

### 4.9.1. Histórico da Ocupação da Região (AII e AID)

Para a avaliação do histórico de ocupação regional, optou-se pelo procedimento de análise preliminar numa escala geográfica mais ampla para posteriormente focar a dinâmica populacional no município sede do empreendimento em questão. Para isso, a análise populacional utilizou o banco de dados referente às projeções populacionais realizadas pela Fundação Seade para o Estado de São Pau-

lo, Regiões Administrativas e, por fim, o município de Limeira.

#### 4.9.1.1. Projeções Populacionais para os Municípios do Estado de São Paulo

O contingente populacional com idade superior a 65 anos é o que mais aumentará nos próximos anos. Seu ritmo de crescimento na década 2000-2010 será, em média, de 3,2% ao ano. O principal reflexo será o incremento em cerca de 17% da participação desse grupo na população total, passando de 6%, em 2000, para 7%, em 2010. A população menor de 15 anos, em 2010, representada principalmente pelos sobreviventes dos nascimentos dos próximos anos, permanecerá praticamente inalterada. Já o contingente adulto continuará a aumentar, resultando em maior população residente no Estado de São Paulo em 2010, embora a cada período de projeção as taxas anuais de crescimento se desacelerem (Figura 4.85).

Acompanhando a tendência observada no Estado de São Paulo, as regiões administrativas também registrarão desaceleração do crescimento populacional, com menores diferenças regionais. No período 1991-2000, as taxas variaram entre 0,80%, na Região Administrativa de Presidente Prudente, e 2,31%, nas Regiões Administrativas de Sorocaba e Campinas. Entre 2000 e 2010, a primeira e a última apresentarão as taxas de crescimento extremas, ficando Presidente Prudente (0,68%) com o menor ritmo de crescimento populacional e Campinas (1,63%), com o maior. Esta tendência resultará em relativa homogeneidade na dinâmica de crescimento populacional das regiões paulistas, conforme mostra a Figura 4.86 adiante.

Quanto aos municípios do Estado de São Paulo, a expectativa é de apresentarem ritmos de crescimento mais uniformes. Enquanto no período 1991-2000, 86 municípios registraram taxas anuais negativas de crescimento e 105 apresentaram valores superiores a 3,0%, no período projetado, 2000-2010, serão observados 62 municípios na primeira

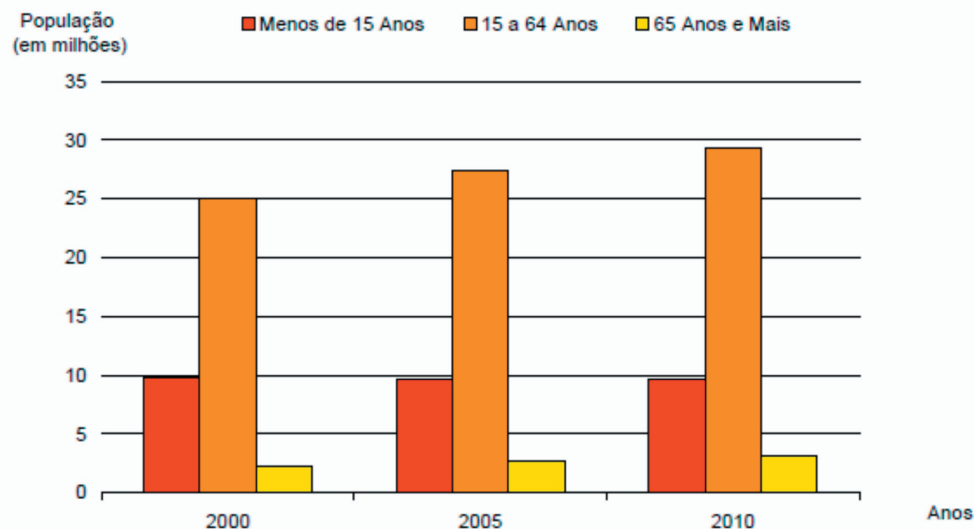
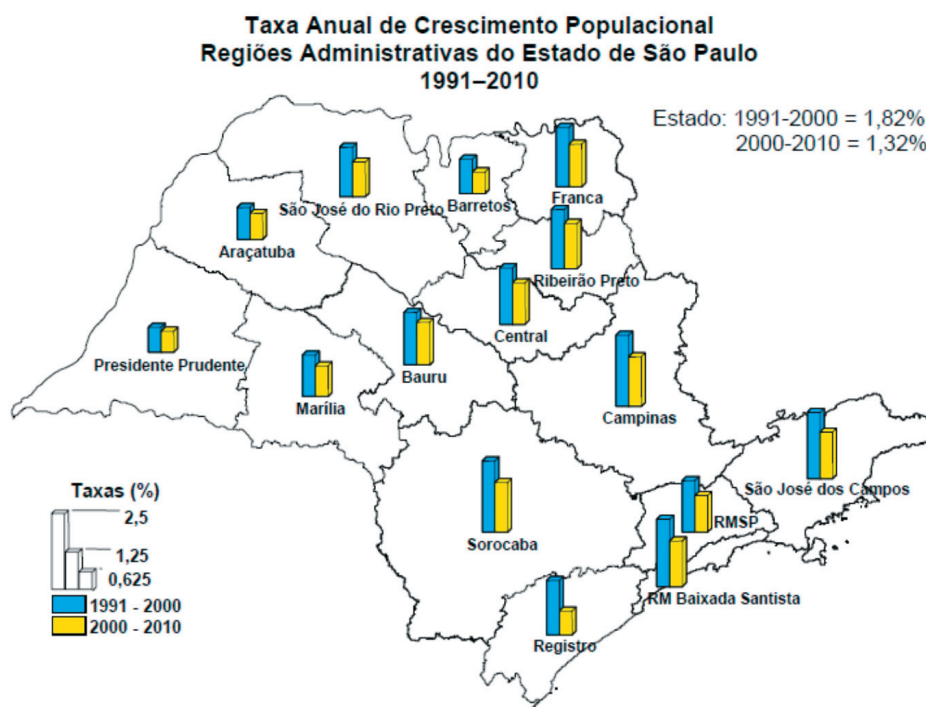


Figura 4.85. População projetada, segundo faixas etárias para o Estado de São Paulo no período entre 2000 e 2010. Fonte: Fundação Seade.



Fonte: Fundação Seade.

Figura 4.86. Taxa anual de crescimento populacional por regiões administrativas no Estado de São Paulo para o período entre 2000 e 2010.

situação e apenas 47 na segunda. A maioria (368 municípios) exibirá taxas anuais de crescimento entre 0,0% e 1,5% (Figura 4.87)

Avaliando-se a composição municipal, espera-se um panorama não muito diferente do registrado em 2000, ou seja, a maior concentração populacional continuará na parte leste do Estado (Figura 4.88).

#### 4.9.1.2. Área de Influência Indireta (AII)

O município de Limeira, no interior do estado de São Paulo, pertence à Região Administrativa de Campinas – uma das mais desenvolvidas e populosas do país. Segundo as projeções efetuadas pela Fundação Seade, Limeira deverá contar, em 1 de

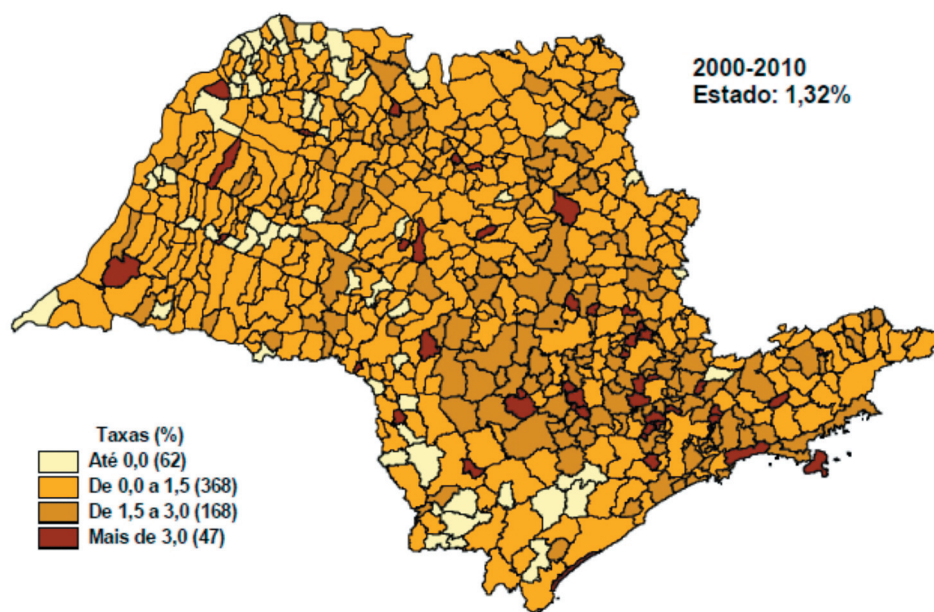


Figura 4.87. Projeção espacial das taxas de crescimento populacional para o Estado de São Paulo no período entre 2000 e 2010. Fonte: Fundação Seade.

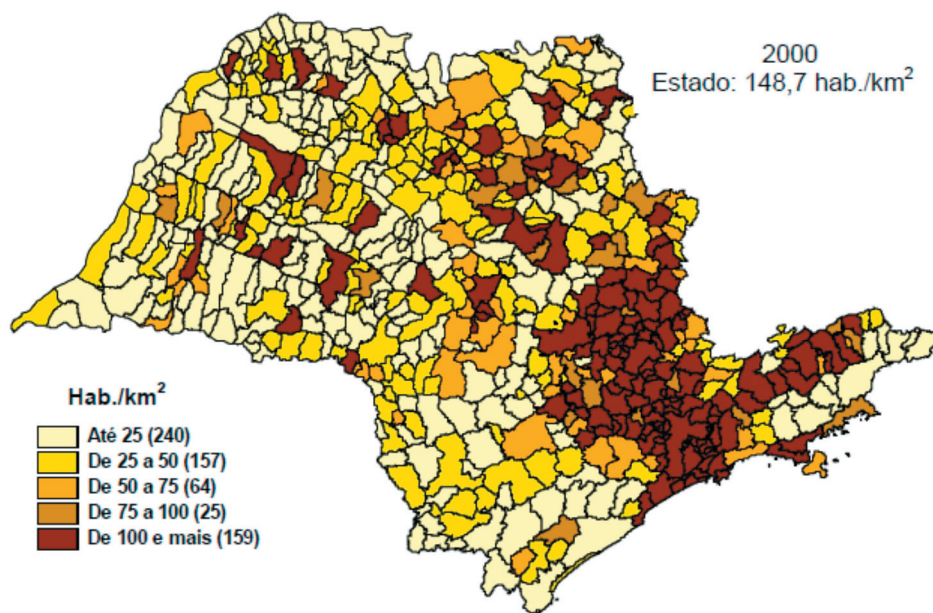


Figura 4.88. Tendência de concentração populacional no leste do Estado de São Paulo para o ano de 2010. Fonte: Fundação Seade.

julho de 2010, com 286.427 habitantes. A distribuição etária e por sexo da referida população é projetada na Tabela 4.21.

O município de Limeira teve sua população acrescida em 26.964 habitantes na última década como revelou o último censo demográfico de 2010,

onde o número de habitantes passou de 249.046 para 276.010 (IBGE 2010) seguindo a tendência de acréscimo populacional nacional verificada também em todos os estados brasileiros. No entanto, o valor absoluto que descreve a população limeirense ficou abaixo do valor projetado, mas mante-



Tabela 4.21. Projeção de População Residente em 1º de julho Limeira – 2010.

Faixa Etária - Quinquenal	Homem	Mulher	Total
00 a 04 anos	9.726	9.281	19.007
05 a 09 anos	9.971	9.525	19.496
10 a 14 anos	10.822	10.558	21.380
15 a 19 anos	11.174	10.904	22.078
20 a 24 anos	12.641	12.455	25.096
25 a 29 anos	13.441	13.175	26.616
30 a 34 anos	12.161	12.213	24.374
35 a 39 anos	10.812	11.148	21.960
40 a 44 anos	10.431	10.839	21.270
45 a 49 anos	9.608	10.495	20.103
50 a 54 anos	8.876	9.546	18.422
55 a 59 anos	7.130	7.330	14.460
60 a 64 anos	5.213	5.502	10.715
65 a 69 anos	3.507	4.102	7.609
70 a 74 anos	2.675	3.253	5.928
75 anos e mais	3.109	4.804	7.913
<b>Total da Seleção</b>	<b>141.297</b>	<b>145.130</b>	<b>286.427</b>
<b>Total Geral da População</b>	<b>141.297</b>	<b>145.130</b>	<b>286.427</b>

Fonte: Fundação Seade

ve a tendência de crescimento populacional (Figura 4.89).

Alguns aspectos da estrutura populacional do município de Limeira são ilustrados na Tabela 4.22.

Outros descritivos da estrutura populacional de Limeira e suas respectivas comparações com a Re-

gião Administrativa de Campinas e com o Estado de São Paulo estão sumarizados na Tabela 4.23.

A tendência de crescimento populacional de Limeira está evidente sob análise, principalmente da densidade demográfica, taxa geométrica de crescimentoi populacional e graus de urbanização.

Dada a correlação positiva entre o tamanho populacional e a geração de resíduos, a Figura 4.89 também expõe a problemática acerca da proximidade do fim da vida útil do atual aterro assim como a necessidade de licenciamento de uma nova área para a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados no município.

#### 4.9.2. Ocupação do Entorno (ADA)

O entorno da gleba destinada a receber o empreendimento é bastante heterogênea no que tange as modalidades de uso e ocupação do solo. Nele são passíveis de encontrar:

- Áreas recreativas, como o Horto Florestal, a Associação Limeirense de Aeromodelismo, cartódromo, pista de moto cross (Figura 4.90);
- Áreas agrícolas, representadas majoritariamente pelos cultivos de laranja e cana de açúcar. Em contato lateral direto com a gleba destinada ao empreendimento pode-se visualizar existe uma citricultura em propriedade particular (Figura 4.91);

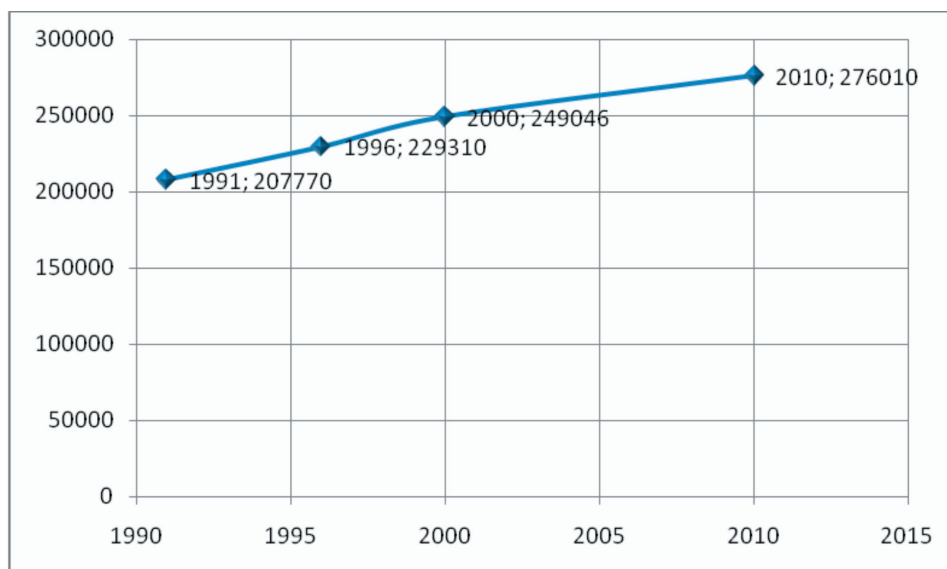


Figura 4.89. Evolução da população do município de Limeira no período entre 1991 e 2010. Fonte: IBGE.

Tabela 4.22. Distribuição da população de Limeira (2000) e população total (2000 e 2010).

Total da população 2000	Total de homens	Total de mulheres	Total da população urbana	Total da população rural	Total da população 2010
249.046	135.637	140.373	267.775	8.235	276.010

Fonte: IBGE (2010)

Tabela 4.23. Descritivos e comparativos populacionais do município de Limeira com RA de Campinas e Estado de São Paulo.

Descritivo	Limeira	RA Campinas	Estado de São Paulo
Área (Em km <sup>2</sup> )	580,98	2.941,00	248.209,43
Densidade Demográfica (Habitantes/km <sup>2</sup> )	493,01	217,53	169,76
Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População - 2000/2010 (Em % a.a.)	1,43	1,39	1,32
Grau de Urbanização (Em %)	96,96	95,58	93,76
Índice de Envelhecimento (Em %)	53,71	54,36	48,56
População com Menos de 15 Anos (Em %)	20,91	21,07	22,86
População com 60 Anos e Mais (Em %)	11,23	11,45	11,10
Razão de Sexos	97,36	98,22	95,61

Fonte: Fundação Seade.

- Atual aterro, separado, a leste, da gleba destinada a receber o empreendimento pela Estrada Municipal LIM 010;
- Centro de Re-socialização, presente na porção norte da gleba destinada a receber o empreendimento;
- Plantas industriais e comerciais, distantes por mais de três quilômetros da gleba destinada a receber o empreendimento, rumo norte, em direção ao centro urbano (Figura 4.92);
- Recursos naturais, o entorno possui florestas ciliares alteradas e limitadas às linhas de drenagem naturais da topografia do terreno da região;
- Em termos de aglomerações urbanas, o bairro do Tatu é o mais próximo e encontra-se a sul da gleba destinada ao empreendimento numa distância de pouco mais de dois quilômetros (Figura 4.91). O centro urbano do município de Limeira dista do empreendimento em mais de três quilômetros em sentido contrário – Norte.

O Plano Diretor Territorial e Ambiental do município de Limeira (Lei Complementar Nº 442 de 12 de janeiro de 2009) é a lei básica da política territorial e ambiental que organiza o crescimento e o funcionamento do município, dirigindo seu desenvolvimento

rumo ao equilíbrio e sustentabilidade, definindo, assim, como a cidade deve cumprir sua função social. Tem como objetivos básicos a regulamentação dos processos de desenvolvimento urbano, orientando seus programas e projetos e condicionando as ações dos agentes públicos e privados na totalidade do território municipal. De acordo com o referido Plano, em consonância com a Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Limeira, conforme previsto no Anexo 24 do referido Plano, a gleba destinada ao empreendimento encontra-se inserida nas Macrozonas Rurais de Produção Agropecuária números dois e três (MZR-PA 2,3).

As MZR-PA 2,3 estão situadas na porção sul do município estendendo-se rumo a leste e oeste, pouco ultrapassando os limites impostos pelas rodovias estaduais Anhanguera (SP 330) e Bandeirantes (SP 348) respectivamente. Estas zonas ainda estão delimitadas ao norte pelo centro urbano e ao sul pelo Rio Piracicaba. Estas MZR-PA são designadas como locais que permitem a implantação e operação de atividades incômodas relacionadas ao comércio, serviço ou institucional (CSE) de âmbito local sujeitos a controle específico. Desta forma, espera-se não se espera a expansão de aglomerados residenciais para estas zonas.



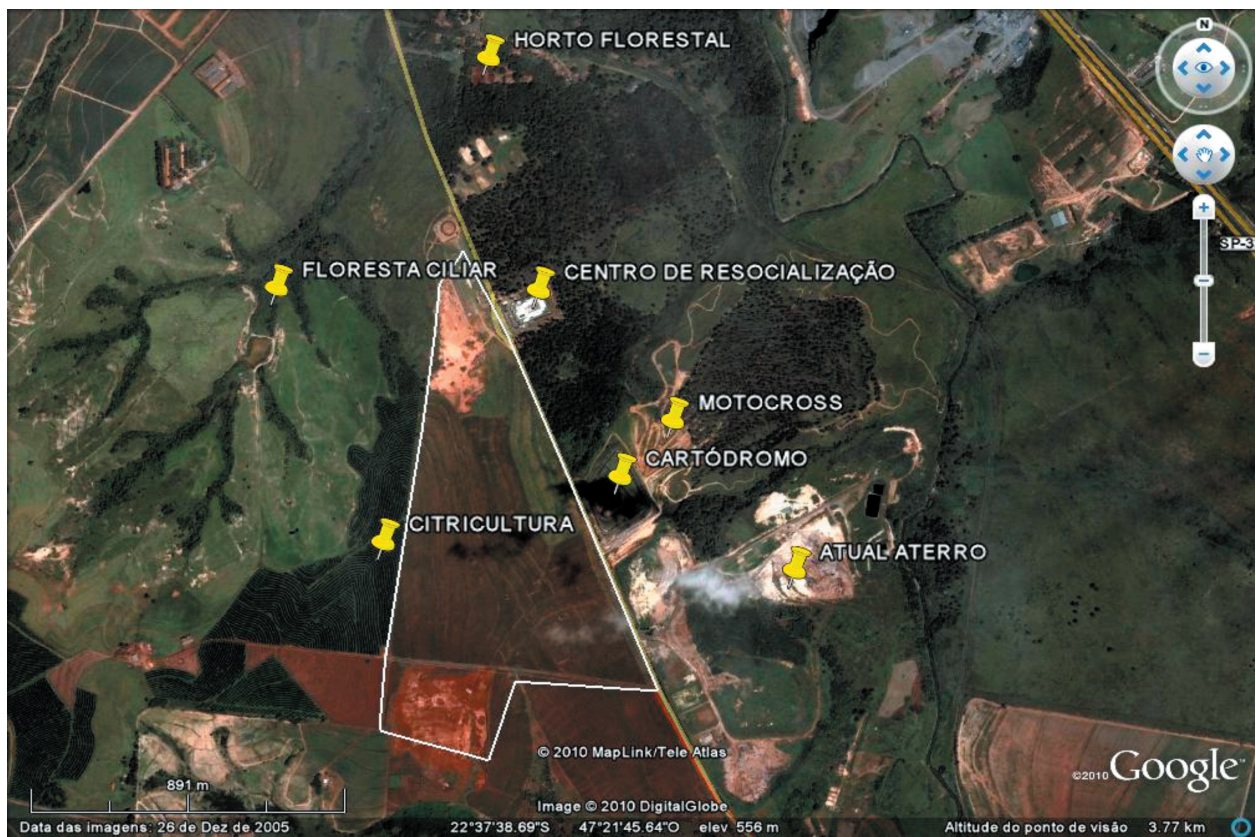


Figura 4.90. Representações de modalidades de uso do solo no entorno da gleba destinada ao empreendimento em Limeira, SP.



Figura 4.91. Bairro do Tatu, distante cerca de dois quilômetros e meio a partir da portaria do futuro empreendimento no município de Limeira, SP. A figura geométrica triangular (em branco) representa os limites da gleba destinada ao empreendimento, enquanto que, a linha vermelha representa o trecho da Estrada Municipal LIM 010 – Sul, por onde se tem acesso ao bairro.



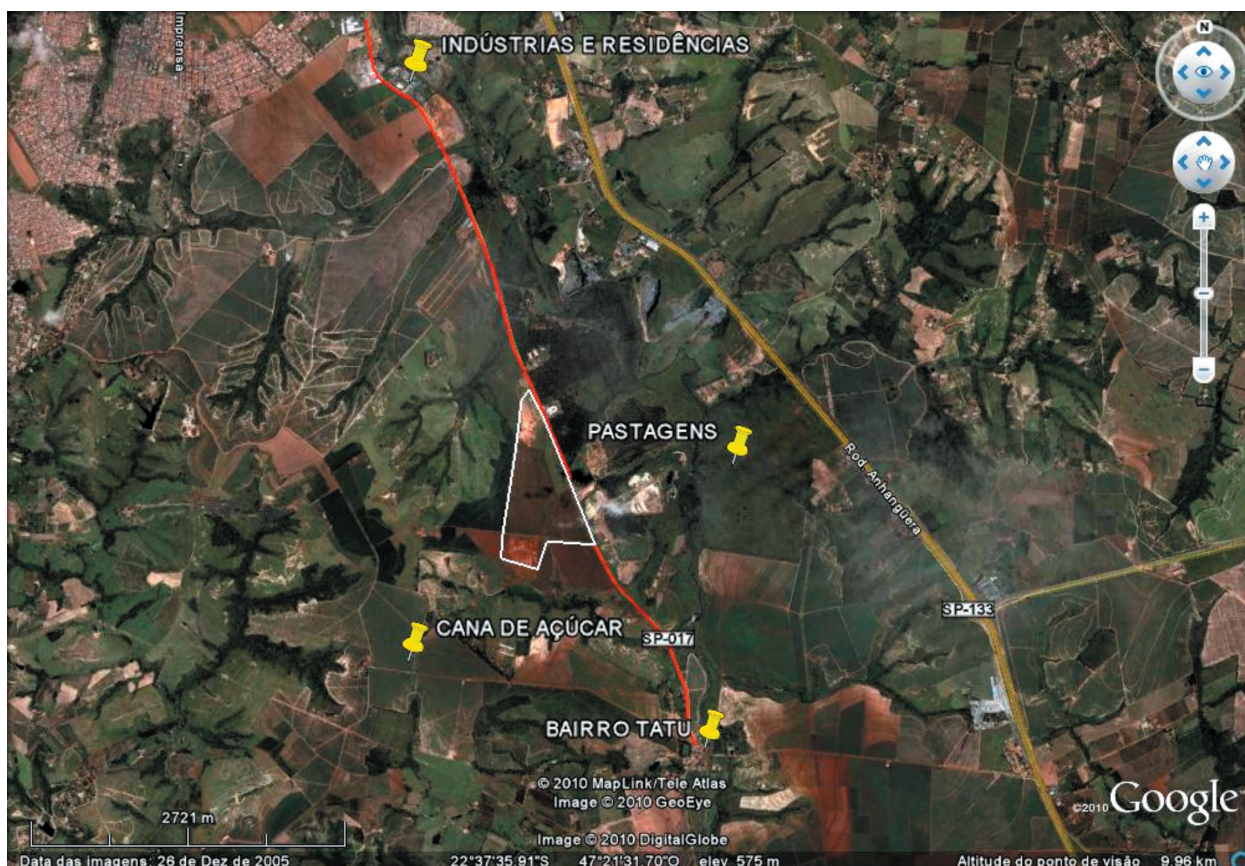


Figura 4.92. Outras modalidades de uso do solo no entorno da gleba destinada ao empreendimento em Limeira, SP.

A aglomeração populacional mais próxima da área de influência direta do empreendimento em análise é a do bairro do Tatu – dois quilômetros de distância. Nele, verifica-se a maior densidade populacional rural do município de Limeira (7,11 hab./ha) contra densidades populacionais girando em torno de 0,09 a 0,63 hab./ha (Plano Diretor de Limeira) em outras áreas rurais do município. No entanto, a distância desta aglomeração ao empreendimento é compatível com a coexistência. Adicionalmente característica desta área de influência do empreendimento o torna compatível com as projeções de crescimento urbano, que não prevê adensamentos residenciais nesta área do município.

## 4.9.2. Avaliação das condições econômicas do município

### 4.9.2.1. Aspectos Gerais

A base econômica de Limeira é de atividades diversificadas (agricultura, indústria, comércio e

serviços) que fomentam pólos atratores e/ou aglutinadores de outras atividades, destacando-se nos dias atuais as APL's – arranjos produtivos locais – associados as indústrias metalúrgica e de jóias e folheados e a agricultura, especialmente laranja, desde o cultivo a sua industrialização.

De acordo com dados do IBGE, Limeira é a 25ª maior economia do Estado e 74ª do país.

Quanto aos postos de trabalho, até 1991, os postos de trabalho da atividade agrícola respondiam por aproximadamente 40%, caindo a 7% em 2003. A indústria respondia por 26% dos postos de trabalho em 1986, passando a 35% em 1991 e decrescendo para 14% em 2003.

Já as atividades de serviço, comércio e administração pública tiveram ligeira decréscimo em 1991 e aumento em 2003, ressaltando-se que uma parcela considerada como comércio em 2003 (12,58%) tem o caráter de prestação de serviços associado ao comércio. Isto quer dizer que os postos de trabalho em serviços decresceram signifi-

cativamente tanto pelas alterações nas formas de contratação quanto pela tendência de autonomia por parte dos antigos funcionários que abrem pequenas empresas para prestar serviços a indústria pólo, contribuindo para a consolidação dos arranjos produtivos locais. Tais APL's são verificados especialmente na produção de joias e folheados, na indústria de auto-peças e na produção de suco de laranja e pectina.

#### 4.9.2.2. Agricultura

No final do séc. XVIII iniciava-se o cultivo da cana-de-açúcar na região de Limeira. O início do séc. XIX traz um considerável aumento da população e o desenvolvimento das culturas de subsistência, além da intensificação da cultura da cana. A partir de 1830 aparecem os primeiros indícios da cultura do café, que segue em expansão rumo ao oeste paulista. O desenvolvimento do café é rápido, acarretando uma sensível valorização do solo e a introdução do arado no cultivo. Em 1850 o café já é a cultura predominante no município. Em 1870 surge o primeiro pomar de laranja na Fazenda Itapema. O final do séc. XIX marca o início da industrialização de máquinas e equipamentos agrícolas.

O primeiro passo para o desenvolvimento da citricultura em Limeira se dá na década de 20, com a instalação de uma escola de enxertia. Nesse momento, apesar da predominância do café e da cana-de-açúcar, a citricultura começa a se apresentar como boa opção para a agricultura do município. Em 1929, a Quebra da Bolsa de Nova York afeta diretamente a cultura do café e, com isso, a citricultura, apoiada no mercado internacional, e a cana-de-açúcar dividem o espaço antes ocupado pelo café. Durante a IIª Guerra Mundial, a citricultura sofre a primeira crise, devido ao enfraquecimento do comércio exterior e o aparecimento de uma doença nos pomares. O fim da IIª Guerra e a diversificação de enxertos marcam a retomada do crescimento da citricultura. Os anos 70 apresentam nova crise da citricultura provocada por uma série de fatores externos e internos, e em contrapartida, um forte

impulso à cultura canavieira apoiada principalmente na implantação do ProAlcool.

Atualmente, o cenário agrícola de Limeira está pouco alterado em relação ao seu desenvolvimento inicial. A cana de açúcar prevalece junto à citricultura como as principais culturas na lavoura. Diferente do cenário original, foram incluídas as culturas de abacate, caqui, manga e milho. A contribuição destes itens na economia municipal é sumarizada a seguir (Tabela 4.24).

#### 4.9.2.3. Indústria

De acordo com as informações disponibilizadas no sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Limeira (<http://www.limeira.sp.gov.br/municipio/09.htm>, acessado em 30 de novembro de 2010), o desenvolvimento industrial de Limeira pode ser assim descrito:

**Década de 20** - Implantação das primeiras indústrias locais: Ribeiro Parada (Ripasa), papel e celulose em 1922; Prada, vestuário, calçados e artefatos de tecido em 1923; e Máquinas Zaccharias, em 1925.

**Década de 40** - Neste período houve um grande desenvolvimento das indústrias locais e a criação de novas indústrias, apoiadas no processo de substituição de importações em consequência da

Tabela 4.24. Contribuição da lavoura permanente do município de Limeira, SP.

Cultura	Produção (t)	Valor (R\$)	Área Plantada (ha)
Abacate	3234	744000	140
Café	276	1021000	92
Caqui	168	160000	15
Laranja	239426	160000	17525
Limão	2913	583000	150
Manga	110	32000	10
Tangerina	59119	11824000	2300
Cana de Açúcar	1120000	38954000	19000
Milho	19200	8640000	4000
<b>TOTAL</b>	<b>1.444.446</b>	<b>62.118.000</b>	<b>43.232</b>

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IIª Guerra Mundial. As indústrias deste período são: Burdin Calçados, 1942; Lucatto Mecânica, 1943; Invicta S.A., ind. mecânica, Limeira S.A. de papel e papelão, e Varga, em 1945; Fumagalli e Máquinas D'Andrea, em 1947.

**Década de 60** - Corresponde a um novo salto no ritmo da implantação industrial no município.

**Década de 70** - O processo de desconcentração industrial da Grande São Paulo, associado ao período do milagre econômico deram novo impulso à instalação de grandes unidades industriais, como a Ajinomoto.

**Década de 80** - O fim do milagre econômico freou o processo de industrialização nacional e Limeira sentiu o impacto deste esgotamento, não recebendo nenhuma grande indústria no período. Neste momento, foi marcante o processo de absorção de algumas indústrias familiares de maior porte por grupos estrangeiros, associação de indústrias e orientação voltada para exportação.

**Década de 90** - Caracterizada pelo movimento das empresas industriais em direção aos certificados de qualidade internacional, pelos processos de verticalização e geração de novas empresas fornecedoras de serviços.

Limeira está inserida na região de Campinas, região esta marcada fortemente pela indústria de transformação e de tecnologia avançada, possuindo um PIB superior ao dos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul e um faturamento das empresas instaladas maior que o faturamento dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e dos estados da Região Nordeste do país.

Na economia formal, Limeira possui aproximadamente 1.000 indústrias, que empregam mais de 24.000 funcionários registrados, com uma significativa parcela de mão de obra especializada.

O tamanho das empresas é bem diversificado, sendo 6 indústrias de grande porte reconhecidas internacionalmente. A estrutura industrial da cidade apresenta como principais ramos de atividade: metalúrgica, mecânica, alimentício e papel e papelão.

Com uma produção bastante variada, incluindo sistemas de freios, rodas automotivas, escapamen-

tos, produtos metalúrgicos, máquinas para beneficiamento de produtos agrícolas, papel e papelão, embalagens, chapéus, entre outros, Limeira tem a maior concentração de produção de máquinas-ferramenta da América Latina, a maior indústria refinadora de açúcar da América do Sul, além de grande destaque na produção de sucos cítricos e glutamato monossódico.

As principais indústrias do município são: Ajinomoto Interamericana Ind. Com. Ltda., CTM Citrus S.A., Cia União dos Refinadores Açúcar e Café – açúcar, Freios Varga S.A., Invicta Máquinas para Madeira Ltda., Metal Leve S.A., Meritor do Brasil - Divisão LVS (antiga Rockwell Fumagalli) e Ripasa.

O nível de emprego industrial na Diretoria Regional do CIESP em Limeira (região composta por 03 municípios) apresentou resultado positivo no mês de janeiro/2011. A variação ficou em 0,36%, o que significou um acréscimo de aproximadamente 150 postos de trabalho. Em 12 meses, tem-se um acumulado de 7,95%, representando um acréscimo de aproximadamente 2.650 postos de trabalho.

O índice de emprego industrial da Diretoria Regional do CIESP em Limeira foi influenciado pelas variações positivas dos setores de Celulose, Papel e Produtos de Papel (0,74%), Máquinas e Equipamentos (0,65%), Veículos Automotores e Autopeças (0,62%) e Produtos Diversos (0,33%), que são os setores que mais influenciam o cálculo do índice total da região. O resultado só não foi melhor devido a variação negativa do setor de Produtos de Metal exceto Máquinas e Equipamentos (-0,11%), que também influencia o cálculo do índice.

Quando comparados os meses de janeiro nos anos de 2010 e 2011, tem-se um cenário pior, pois em janeiro/2010 o resultado foi positivo em 1,34%.

#### 4.9.2.4. Comércio

O setor comercial da cidade conta com 4000 estabelecimentos comerciais e 3000 prestadoras de serviços. Na cidade há um shopping center na região central, o Shopping Pátio Limeira, que pos-



sui como lojas âncoras: Lojas Americanas, Marisa e C&A, além de contar com 4 salas de cinema.

Um outro shopping ainda está localizado na cidade, porém está com as atividades interrompidas devido a pendências judiciais, o Limeira Shopping Center, não se tendo informações concretas de que voltará a funcionar.

#### 4.9.3. Nível de Vida - Renda

Segundo as Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2008, Limeira conta com 9.503 unidades locais e 9.285 empresas atuantes. Estes números são responsáveis pela absorção de um contingente de 80.689 pessoas, sendo o total de pessoal ocupado assalariado em torno de 67.693 pessoas.

O salário médio mensal é de 3,4 salários mínimos (IBGE, 2010).

O município contava com 28 agências de Instituições Financeiras em 2009, o que acumulou 782.493mil Reais em operações de crédito. Os depósitos à vista do governo totalizaram 6.587mil Reais; os depósitos à vista do setor privado acumularam 193.635mil Reais, enquanto que o saldo da caderneta de poupança foi de 625.511mil Reais.

Com relação às finanças públicas, a receita orçamentária corrente, para o ano de 2008, foi de 452.727.187 milhões de reais, o que gerou um superávit na balança comercial de 5.575.707,07 milhões de reais.

O saldo empregatício em Limeira é negativo até 2009. O empreendimento em análise estima a contratação direta de 37 funcionários distribuídos entre as funções técnicas, administrativas, operacionais, de manutenção e controle ambiental. Apesar de irrisório, o empreendimento vem a atenuar este saldo negativo da empregabilidade. Estes valores podem se tornar mais significativos a partir do momento em que se agregam os postos de trabalho temporários vinculados a contratação de consultores para diversas estudos e atividades relativas ao empreendimento. Outra possibilidade de valoração de postos de trabalho e geração de renda são relacionadas ao estímulo a reciclagem de resíduos e

fomento de associação de catadores e recicladores que terão na atividade a base de seu sustento.

#### 4.9.4. Saúde

Limeira é um pólo tecnológico em saúde. Desta forma, se junta ao perfil econômico do município a prestação de serviços nesta área. O município dispõe de sistemas de saúde pública e privada.

O primeiro tem sua gestão a cargo da Secretaria Municipal da Saúde, qual seja, o Sistema Único de Saúde - SUS, está municipalizado. Este complexo sistema é composto por programas bem definidos visando tanto a promoção e prevenção da saúde, quanto ao tratamento das enfermidades e recuperação dos pacientes. Assim, a atenção primária (clínica, ginecologia, pediatria, saúde mental, saúde coletiva, vacinações e odontologia), é realizada nas quinze Unidades Básicas de Saúde - UBS, já instaladas; a secundária, ou seja, as consultas com especialistas são feitas no Centro de Saúde e através de parcerias, enquanto que no nível terciário, a população é atendida nos hospitais filantrópicos da Santa Casa de Misericórdia e Sociedade Operária Humanitária, mediante convênios de parceira.

Os casos mais graves, de urgência e emergência são atendidos no Pronto-Socorro da Santa Casa de Misericórdia, que está totalmente capacitado para estes fins. Por seu turno, a Prefeitura mantém seis das suas UBSs funcionando vinte e quatro horas. Já o hospital da Sociedade Operária Humanitária mantém um Pronto Atendimento ininterrupto.

O município conta ainda com duas unidades de resgate a cargo da Polícia Militar; quinze ambulâncias da Prefeitura, os hospitais contam com UTIs móveis e, uma empresa particular, a Help Med tem unidades de atendimento especializado.

A atenção à saúde/doença, no setor privado conta com os Hospitais da UNIMED, Hospital Medical e Beneficência Limeirense. Há diversos tipos de convênios com empresas, familiares e pessoais. A infraestrutura do setor conta com pessoal capacitado e, ambos os setores dispõem de centros diagnósticos modernos nas áreas de exames la-

boratoriais, de imagem e eletrodiagnóstico. Nesta estrutura são realizados tratamentos sofisticados tais como cirurgias cardíacas, transplantes, neurocirurgias, tratamento da dor, dos diversos tipos de câncer através de quimioterapia, radioterapia e braquiterapia, dentre outros.

#### 4.9.5. Saneamento Básico

O sistema de água e esgoto é administrado por uma empresa particular através de concessão desde 1994. A empresa que assumiu o controle destes serviços na época era denominada Águas de Limeira, formada pela Odebrecht e pela empresa france-

sa Lyonnaise des Eaux. Desde setembro de 2009 a empresa passou a ter o nome de Foz do Brasil para unificar todas as operações no Brasil sob a mesma marca. Conta com uma estação de tratamento de água e três estações de tratamento de esgoto.

Com esta estrutura o município de Limeira apresenta um alto índice de serviços de saneamento básico, representados pelos serviços públicos de coleta de lixo, abastecimento de água e esgoto sanitário. Para todos os serviços descritos a porcentagem de atendimento é superior ao do Estado, mas inferior a Região Administrativa. Ainda segundo a mesma fonte de dados, no ano de 2003, o município elevou para 100% o número de domicílios urba-



Figura 4.93. Distribuição das Unidades Básicas de Saúde em Limeira. O Bairro do Tatu é atendido pela USB no. 10 (Canto inferior direito)

nos servidos por rede pública de coleta de esgotos e lixo.

#### 4.9.5.1. Abastecimento de Água

As duas fontes de abastecimento de água potável para o Município são:

- I – O Rio Jaguarí: manancial principal – nasce na serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, passa pela grande São Paulo e vem para o interior passando por Jaguariúna, Bragança Paulista e Pedreira até chegar a Estação de Captação Jaguarí, que fica entre os municípios de Cosmópolis e Americana; depois da Captação, o Jaguarí encontra-se como o Rio Atibaia, formando assim o Rio Piracicaba;
- II – a sub-Bacia do Ribeirão Pinhal: manancial alternativo - nasce na divisa de Araras com Limeira onde é formado pelos Ribeirões Barreiro, Tabajara e Pires. Após a sua formação, ele passa pelo Bairro do Pinhal e vai se juntar ao Jaguarí em Cosmópolis/Americana, na Estação de Captação.

Segundo a classificação dos cursos d'água do Consórcio PCJ, os Rios Jaguarí e Piracicaba apresentaram-se com trechos de qualidade ruim, inclusive na divisão do território limeirense. Para isso contribuem o lançamento de esgoto das diversas cidades da bacia como Cosmópolis, Limeira, Americana, Santa Bárbara d'Oeste.

Os dados de monitoramento da Cetesb, em 2006, para o ponto da captação I indicam qualidade média boa, porém foram coletados dados apenas de 4 meses do ano, não podendo, portanto ser admitido como critério.

Assim, em razão da alta poluição do Rio Jaguarí, nos últimos anos não tem sido possível a captação de água deste manancial, tendo a concessionária operadora de serviços optado por captar água da Sub-Bacia do Pinhal que apresenta águas mais limpas. Entretanto apesar de ser fonte importantíssima de água para abastecimento público, a sub-Bacia do Pinhal tem recebido cargas de efluentes

líquidos de atividades urbanas instaladas há muito tempo ou recentemente de forma irregular, sendo, portanto, de extrema importância sua preservação e proteção.

Relativamente à distribuição, 100% da área urbana recebem água tratada, sendo que o índice de perdas totais (físicas e comerciais) é de apenas 16% contra uma média nacional de 40%.

Na área rural, o abastecimento de água é feito por meio de unidades isoladas – poços artesianos, não havendo controle pelos órgãos licenciadores.

#### 4.9.5.2. Esgotamento e Tratamento Sanitário

O sistema de esgotamento sanitário da área urbana consiste na coleta, afastamento ou condução e tratamento de esgotos, sendo conforme informações da concessionária:

- 851 mil metros de redes coletoras de esgotos;
- 65 mil metros de emissários, interceptores e coletores troncos;
- 9 elevatórias (EE);
- 3 Estações de Tratamentos (ETE).

As ETE's – Estações de Tratamento de Esgoto em atividade são:

- ETE Tatu, a maior delas, localizada na via Juran-dyr da paixão Campos Freire, próximo ao Horto Florestal;
- ETE Lopes, localizada no bairro Tatu, próximo a linha do trem;
- ETE Graminha, localizada na continuação da Via Guilherme Dibbern.

Além disso, está em fase final de construção a ETE Águia da Serra, início previsto de operação em 2010, localizada às margens da Rodovia Limeira-Iracemápolis, cuja capacidade de remoção de carga prevista será de aproximadamente 96%.

Em 1995, o índice de esgoto urbano tratado era de 2% em relação ao coletado. Atualmente esse índice passou para 75%, com 100% do esgoto coletado. Porém, o que se tem buscado juntamente entre SAAE e Cetesb é o aumento da eficiência do



tratamento, pois a carga orgânica retirada é pequena, girando em torno de 30%

Na área rural, o esgotamento sanitário é feito por meio de unidades isoladas - fossas sépticas ou negras, não havendo controle de órgãos licenciadores.

#### 4.9.5.3. Drenagem Pluvial

A área urbana encontra-se situada majoritariamente na sub-bacia do Ribeirão Tatu, bem como nas sub-bacias do Ribeirão da Graminha e do Córrego Lagoa Nova.

A micro-drenagem, que é o sistema local composto pelas sarjetas (superficial) e galerias (subterrâneo), apresenta-se deficitário especialmente na região da Vila São Cristovam, Vila Cláudia, Cidade Jardim, Jardim Mercedes, gerando grandes volumes de águas pluviais drenadas superficialmente.

Esses grandes volumes atingem altas velocidades e ao chegarem à Avenida Campinas, como não há captação suficiente, não são rapidamente distribuídos, gerando inundações e alagamentos.

Quanto à macro-drenagem urbana, sistema composto de grandes dispositivos de drenagem – canais, ribeirões, lagoas, verificou-se que há diversos pontos de inundação:

- passagem sob a ferrovia, na Rua do Rosário (abaixo do nível do canal)
- passagem sob a ferrovia, na Av. Campinas (abaixo do nível do canal)
- Rua Constante Ometto - Jd. São Paulo
- baixada do Mercado Municipal
- Rua Antonio de Campos - Vila Bull
- Avenida Laranjeiras - rotatória
- Praça Dr. Milton Silveira - Jd. Nova Itália
- Rua Alfredo Sthalberg - Jd. Santo André
- fim da Av. Eduardo Peixoto, próximo ao córrego - Jd. Nova Europa
- Av. Campinas com Rua dos Filtros - Vila Kühl
- Rua Arthur Voigt com Av. Antonio Eugênio Luca - Vila Cavinato
- rotatória da SP 147 com Anel Viário (hípica).

Eles indicam a necessidade de se implantar bacias de contenção de enchentes. Para isso já foi elaborado Plano Diretor de Macrodrenagem, através do SAAE20, prevendo-se a criação de 20 áreas de contenção, especialmente em afluentes do Ribeirão Tatu e no córrego Barroca Funda.

Além disso, foi verificada a existência de áreas de risco ambiental urbano nas margens de alguns cursos d'água em razão de alagamentos e transbordamentos de águas e deslizamento de terras, especialmente nos córregos Santa Cruz, do Varga e Granja Machado.

Na área rural, a drenagem das estradas está muito comprometida em razão da inexistência de dispositivos de escoamento superficial, causando muita erosão em suas margens. Verifica-se também erosão nas propriedades a jusante, indicando a necessidade de implantação de bacias de contenção ou detenção.

#### 4.9.5.4. Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos

A coleta de resíduos sólidos domiciliares atende a praticamente 100% da população. Na área urbana, é realizada três vezes por semana com a coleta percorrendo todas as ruas. Na área rural, é realizada uma vez por semana, sendo que a população deve levar o lixo a determinados pontos de coleta, em razão da ocupação de baixíssima densidade o que demandaria trajetos muito longos e impraticáveis para se coletar de "casa em casa".

A coleta de resíduos hospitalares também atende a 100% dos estabelecimentos hospitalares, sendo a destinação para aterro específico na cidade de Paulínia. Ambas as formas de coleta são terceirizadas.

O volume diário de resíduos domiciliares é da ordem de 4.500 ton./mês, porém não há programa para coleta seletiva nem para reciclagem. Existe apenas um pequeno programa social piloto instituído em 2001 criando uma cooperativa de reciclagem com famílias carentes no Jardim Aeroporto sob a supervisão do CEPROSOM. A coleta é feita de forma artesanal e é de pequena abrangência. Ou-

tras tentativas como essa foram feitas, porém sem sucesso.

Resíduos industriais classe II e III são recebidos também no aterro cuja vida útil esta se esgotando.

Os resíduos de construção e demolição - RCD são provenientes de pequenas obras e reformas particulares (75%) e construtoras (25%) e estavam sem qualquer tipo de tratamento - coleta e destinação - até 2005, quando foi iniciado um projeto piloto a cargo do Engenheiro Nadyr Arruda de Paula Eduardo Jr. Para instalação de eco-pontos em regiões da cidade, que seriam locais de depósito e separação para atender especialmente a carroceiros e pequenas construções, que geram o maior volume.

As construtoras e empreiteiros continuam encaminhando os resíduos para o aterro sanitário municipal.

O objetivo é contribuir para a requalificação de áreas degradadas por resíduos de construção, já que carroceiros utilizam-se de áreas públicas não urbanizadas ou não utilizadas para descarte, inclusive em áreas de preservação permanente – APP's.

Pretende-se ainda implantar uma usina de reciclagem para separação, moagem e reutilização do produto como matéria-prima de acordo com resistência verificada no lote.

Esse programa está agora sob os cuidados da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e já estão sendo finalizadas as estruturas para mais 4 eco-pontos. O volume geral de lixo e resíduos gerados é demonstrado na Tabela 4.25.

Para a disposição e tratamento dos resíduos sólidos domiciliares e industriais, atualmente a cidade dispõe de um aterro sanitário municipal cuja vida

útil já foi prolongada por duas vezes, com anuência da Cetesb, estando nos meses finais de utilização. Conforme análise da Cetesb, constante do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares de 2006, o aterro existente tem boa avaliação, com o Índice de Qualidade do Aterro-IQR = 8,5 em 2006 e condição geral Adequada –A.

Chama a atenção a inexistência de coleta seletiva e reciclagem fazendo com que o volume destinado ao aterro seja muito maior, diminuindo, portanto, sua vida útil.

A disposição dos RCD também é realizada na área do aterro, porém segue sem tratamento até o momento.

#### 4.9.6. Educação

Limeira possui 30 escolas estaduais e uma rede de escolas municipais que atende mais de 17 mil alunos. Há também 46 instituições particulares de ensino. Segundo dados do INEP em 2000 a taxa de analfabetismo da cidade é de 6,25%.

A cidade abriga dois campi da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). No primeiro campus se encontra a Faculdade de Tecnologia (FT), antigo Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET), responsável pelos cursos superiores tecnológicos. No novo campus da Unicamp se encontra a Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) implantada em 2009 com oito cursos. Seu projeto pedagógico diferenciado propõe a existência de um Núcleo Básico Geral e Comum de matérias para todos os cursos, cuja a duração é de três anos. Este novo campus ainda se encontra em fase de implantação apesar de já se encontrar em funcionamento.

Há ainda na cidade algumas instituições particulares de ensino superior, como:

- Instituto Superior de Ciências Aplicadas (ISCA)
- Faculdade Comunitária Anhanguera Educacional (FAC)
- Universidade Paulista (UNIP)
- Faculdade de Administração e Artes de Limeira (FAAL)
- Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL)

Tabela 4.25. Volume mensal resíduos sólidos

Tipo de resíduo	Volume (ton/mês)
Domiciliares	4.500
Podas de árvores	50
Hospitalares	22
Industriais - classe III	500
Industriais - classe II	4.000
Entulhos/RCD	10.500

Fonte: Secretaria de Obras e Transportes, 2006.

O campus da Unicamp na cidade também abriga o COTIL - Colégio Técnico de Limeira, dirigido pela própria Unicamp e responsável por cursos técnicos profissionalizantes. Há ainda mais escolas técnicas na cidade, onde destacam-se a Escola Técnica Estadual Trajano Camargo, mantida pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza e as instituições particulares Colégio Santo Antônio, Colégio Einstein, Procotil e Colégio Portinari.

Com esta estrutura de serviços voltados a educação, Limeira se caracteriza com as menores taxas de analfabetismo, tanto em relação a Região Administrativa de Campinas quanto do Estado.

O cenário educacional do município de Limeira expõe seu potencial para a geração de público receptor dos programas educacionais (Educação Ambiental) advindo do empreendimento. Neste contexto, a efetivação de tal programa virá a contribuir com a política municipal de gestão de resíduos e redução de sua geração, o que trará benefícios a gestão ambiental no município.

## 4.9.7. Cultura

### 4.9.7.1. Música

Existem quatro corporações musicais que se destacam na cidade:

- Corporação Musical Henrique Marques, centenária, fundada em 1860, é a quarta banda civil mais antiga do Brasil. Possui sede própria e mais de sessenta componentes. Afora as apresentações externas, realiza retretas regularmente, a cada quinzena, na praça Toledo Barros. É regida pelo maestro Fernando Costa Barreto, o quinto maestro da corporação desde a sua fundação.
- Corporação Musical Arthur Giambelli, fundada em 1932 e conhecida por *Embaixatriz Sonora de Limeira*, por ter sido campeã de vários festivais das décadas de 50 a 70. Assim como a anterior, possui mais de 60 membros e tem sede própria. Também apresenta-se em outras cidades e realiza retretas a cada quinzena na praça Toledo Barros, em semanas alternadas com a Corpora-

ção Henrique Marques. Está hoje sob a batuta do maestro Leandro Pereira.

- Banda Marcial do SENAI Luís Varga, formada em 1998 a partir da fanfarra da escola. Banda bastante jovem e inovadora, tem apresentado-se com destaque em vários locais do estado.
- Orquestra Sinfônica de Limeira. A cidade apresenta, desde o fim do século XIX, várias formações de orquestras que foram dissolvidas em algum período. A formação da sinfônica atual data de 1995. Conta com duas óperas na bagagem e muitas apresentações em outras cidades paulistas, o que tem elevado o nome da orquestra no estado. Tem em seu quadro 41 músicos e apresenta-se regularmente no Teatro Vitória todos os meses. Desde o início desta formação a regência e a direção artística estão sob o comando do maestro Rodrigo Müller. Tem como regente assistente Fernando Costa Barreto.

### 4.9.7.2. Teatros

Limeira foi uma das primeiras cidades paulistas a possuir um teatro. O primeiro teatro da cidade chamava-se Teatro da Paz, localizado na praça Toledo Barros e inaugurado em 1882 ainda inacabado. Recebeu este nome para celebrar a paz após a Guerra do Paraguai. Em 1885 o teatro neoclássico teve suas obras concluídas.

Funcionou até o ano de 1940, quando foi demolido para dar lugar ao Cine Vitória, à época um moderno edifício art déco. Em 1996, o Cine Vitória foi reformado para se transformar num teatro.

O atual Teatro Vitória, com capacidade para 670 pessoas, está localizado na praça Toledo Barros, no mesmo local onde fora construída a primeira casa de espetáculos da cidade. Além de peças, concertos, palestras, mostras de dança, recebe exposições no hall de entrada.

A cidade conta ainda com o Anfiteatro de Educação Ambiental Roberto Burle Marx, com cem lugares no zoológico municipal, e o Auditório da Delegacia de Ensino, antigo Cine Boa Vista, no bairro homônimo, com capacidade para quatrocentos pessoas.



A cidade está construindo o novo teatro “Nair Bello”, com capacidade para 400 pessoas, próximo ao Centro de Capacitação do Professor.

#### 4.9.7.3. Bibliotecas

A Biblioteca Municipal João de Sousa Ferraz se localiza na praça do antigo grupo escolar Coronel Flaminio Ferreira, fazendo parte do Centro Cultural Municipal. Possui acervo de mais de 35 mil livros.

A Biblioteca Infantil Cecília Quadros está implantada no pátio do mesmo Centro Cultural e possui acervo de cerca de 4 mil livros.

A cidade ainda possui várias bibliotecas de algumas organizações em bairros e um serviço de biblioteca móvel.

#### 4.9.7.4. Museus

O Museu Histórico Pedagógico Major José Levy Sobrinho, criado em 1963, também se integra ao Centro Cultural Municipal e está localizado no prédio do antigo grupo escolar Coronel Flaminio Ferreira. Possuía acervo de mais de três mil peças, onde podem ser encontradas fotos e gravuras que remontam à cidade quando esta era apenas uma vila. Há também retratos a óleo de habitantes do passado e uma série de objetos que pertenceram ao antigo grupo escolar Coronel Flaminio Ferreira. Lousa, ábaco, tinteiros e as primeiras carteiras utilizadas pela escola são algumas das curiosidades. No prédio também funciona o Museu da Imagem e Som de Limeira, que preserva gravações com depoimentos de limeirenses e uma hemeroteca com mais de 1800 revistas e jornais antigos, álbuns de foto e discos.

A cidade ainda contará com mais dois museus de grande importância, um deles é o Museu da Joia Folheada pois a cidade é o grande pólo nacional do setor e o segundo é o Museu da Fruta.

#### 4.9.7.5. Monumentos

A Gruta Municipal, na praça Toledo Barros é um monumento que celebra a paz e foi construído

por volta de 1920 para celebrar o final da Primeira Guerra Mundial. Originalmente era um coreto e hoje abriga exposições eventuais.

Existem bustos de pessoas ilustres espalhados pela cidade:

- Cônego Silvestre Rossi, ao lado da Catedral de Nossa Senhora das Dores.
- Dr. Trajano de Barros Camargo, em frente à escola que leva seu nome.
- Dr. Octávio Lopes Castelo Branco, em frente à escola que leva seu nome.
- Dr. Luciano Esteves dos Santos, na praça homônima, em frente ao Colégio São José
- Monumento à memória do Sargento Alberto Pierrotti e dos combatentes da Revolução Constitucionalista de 1932, na praça do Soldado Constitucionalista em frente do Cemitério da Saudade.
- Monumento à Maçonaria, na rotatória da avenida. Con. Manuel Alves com a Rod. Limeira-Piracicaba.
- Monumento à Bandeira Nacional, na rotatória da Via Antônio Cruanes Filho com a Rod. Limeira-Piracicaba.
- Pórtico de entrada da cidade, na Av. Major José Levy Sobrinho.
- Obelisco na Praça Toledo de Barros, que celebra o Centenário da Independência do Brasil em 1922, inaugurado em 1924 nas comemorações do Centenário de Limeira.

#### 4.9.7.6. Construções Históricas

Apesar do município ser antigo para os padrões paulistas por ter sido fundado em 1826, Limeira sofreu uma renovação urbana significativa nas décadas de 60 e 70. Por isso quase todas as construções antigas se perderam. Entre as construções históricas que ainda estão presentes nos dias atuais podemos listar:

- Igreja N<sup>a</sup>. Sr<sup>a</sup>. da Boa Morte e Assumpção
- Palacete Levy
- Centro Cultural Municipal
- Gruta da Praça Toledo Barros

- Teatro Vitória
- Catedral de N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> das Dores
- Capela do Cubatão
- Palacete Tatuiby

#### 4.9.7.7. Fazendas Históricas

São apresentadas a seguir a lista de fazendas históricas localizadas no município de Limeira:

- Fazenda Quilombo
- Fazenda Morro Azul
- Fazenda Ibicaba
- Fazenda Citra (Família Dierberger)
- Fazenda Santa Gertrudes

#### 4.9.7.8. Hotéis

O parque hoteleiro de Limeira conta com 10 hotéis e pensões, sendo que os principais são:

- Condomínio London
- Nacional Inn, Carlton Plaza Hotel
- Plaza Limeira
- Ventura Inn

#### 4.9.7.9. Clubes Recreativos

- Associação Atlética Banco do Brasil.
- Associação Cultural Ítalo- Brasileiro;
- Hípica Municipal;
- Limeira Clube;
- Nosso Clube;
- Sociedade Esportiva Gran São João;

#### 4.9.7.10. Equipamentos Comunitários e Esportivos

Limeira ainda conta com vários Equipamentos Comunitários e Esportivos:

- Centro Comunitário Sebastião Fumagalli - Jd. Ouro Verde;
- Centro Comunitário Pq. Nossa Sra. das Dores II / III Etapas;
- Centro Comunitário Pq. Victor D'Andréa;
- Centro Comunitário Prof. Ari Bagnolli - Jd. Boa Vista;

- Centro Comunitário Jd. Morro Branco;
- Centro Comunitário Jd. Morro Azul;
- Centro Comunitário João Mofatto;
- Centro Comunitário Jd. Bartolomeu Grotta;
- Centro Comunitário Jd. Vista Alegre;
- Centro Comunitário Jd. Presidente Dutra;
- Centro de Atendimento Integrado à Criança - C.a.i.c.;
- Centro Comunitário Dr. Pedro Moraes Siqueira- Jd. N. S. Amparo;
- Centro Comunitário Belmiro Fanelli - Jd. Glória;
- Centro Comunitário Jd. Odécio Degan;
- Centro Comunitário Francisco Dragone - Vl. Teixeira Marques;
- Centro Comunitário Pq. Nossa Sra. das Dores I Etapa
- Ginásio Poliesportivo - Vô Lucato;
- Centro Aquático Alberto Savóipiscina e Quadra Esportiva

#### 4.9.7.11. Transporte

##### 4.9.7.11.1. Transporte coletivo

O transporte coletivo limeirense é feito por duas empresas que operam as 25 linhas existentes, atendendo 2 milhões de pessoas segundo dados de 2005.

O terminal central da cidade se ao lado do terminal rodoviário.

A cidade conta com um terminal rodoviário para linhas de ônibus intermunicipais e interestaduais que foi inaugurado em 1982. Lá 21 empresas estão em operação, atendendo em média a 47 mil passageiros por mês segundo dados de 2005.

Uma nova rodoviária está em fase de construção no município.

##### 4.9.7.11.2. Hidrovia

O município também é servido pela hidrovia Tietê-Paraná através do Rio Piracicaba com a conclusão de uma barragem em Santa Maria da Serra.

#### 4.9.7.11.3. Aeroportos

O aeroporto de Limeira (ICAO: SDYM) possui uma pista de 875 metros de extensão, hangares particulares de uso executivo e Sede de Administração do Aeródromo no hangar do antigo Aeroclube. É destinado aos aviões de pequeno e médio porte, assim como o ensino de pilotagem aerodesportiva, localizado a cerca de 4 km do centro da cidade. Coordenadas: SDYM - Airport - Limeira 223614S/0472443W

Um novo aeroporto maior com pista de 1.500m já está sendo construído às margens da Rodovia Limeira-Mogi Mirim bem próximo a divisa com a cidade de Engenheiro Coelho.

#### 4.9.7.11.4. Rodovias

O Município de Limeira está localizado junto ao entroncamento de três vias importantes do Estado: Rodovia Anhangüera (SP-330), Rodovia Washington Luís (SP-310), Rodovia dos Bandeirantes (SP-348), Outras rodovias que servem ao município são: Rodovia Mogi Mirim-Limeira-Piracicaba (SP-147), Rodovia Limeira-Iracemápolis (SP-151), Rodovia Limeira-Cosmópolis (SP-133), Rodovia Santa Bárbara - Iracemápolis (SP-306), a Rodovia Limeira-Artur Nogueira e a Rodovia Americana-Limeira-Cordeirópolis (SP-017).

#### 4.9.7.12. Assistência Social

Assistência Social realizada tem como objetivo o Desenvolvimento Social, que acontece através de ações concretas junto à população carente, respeitando-a como cidadã e integrando-a à tomadas de decisões. Prestam serviços de Assistência Social entidades Públicas e Privadas.

##### 4.9.7.12.1. Clubes de Serviço

Lyons Clube Centro, Lyons Clube Norte Rotary Centro, Rotary Leste, Rotary Sul, Rotary Norte e Rotary Oeste Taba do Brasil.

#### 4.9.7.12.2. Entidades De Assistência À Família

- Centro Social Antônio Frederico Ozanan
- Dispensário Dom Barreto
- Centro Comunitário Oásis
- Centro Comunitário Paróquia São Benedito
- Departamento de Promoção Social Santa Rita de Cássia
- Centro Social Bom Samaritano
- Centro Social Sulserviço Assistencial São Paulo Apóstolo Dispensário Assistencial Santa Isabel
- Dispensário São Luis Gonzaga
- AINDA - Associação Integrada dos Deficientes e Amigos
- ALICC - Associação Limeirense de Combate ao Câncer
- Asilo João Kühn Filho
- Associação Casa da Criança Santa Terezinha
- Associação "A Palavra de Deus"
- "CAMPL - Circulo de Amigos do Menino Patrulheiro de Limeira"
- CEDECA - Centro de Defesa dos Direitos da Criança e Adolescente de Limeira "David Arantes"
- Centro Espirita Luz e Caridade "Nosso Lar"
- Comunidade Terapêutica Mais Vida
- Creche São Vicente de Paulo
- CREN - Centro Social Sul
- APAE - Associação de Pais e Amigos Excepcionais
- ARIL - Associação de Reabilitação Infantil Limeirense
- Lar Do Moço - Lar Espirita Ernesto Kühn
- Núcleo De Valorização Humana Nova Vida
- Rinser - Recanto dos Idosos Nossa Senhora do Rosário
- Fraternidade do Triângulo "Ramatis"
- Casa Transitória - Associação Dos Comissários De Menores

##### 4.9.7.13. Conselhos e Comissões

O município de Limeira possui os seguintes Conselhos e Comissões:

- Conselho Municipal da Saúde



- Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente COMDEMA
- Conselho Municipal de Entorpecentes COMEN
- Sistema de Defesa Civil do Município de Limeira
- Conselho Municipal da Educação
- Conselho Municipal de Trânsito
- Conselho Agrícola Municipal
- Conselho Municipal de Defesa Do Consumidor
- Conselho Municipal dos Interesses do Cidadão
- Conselho de Alimentação
- Conselho Municipal de Assistência Social (CMAS)
- Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente (CMDCA)
- Conselho Tutelar de Limeira
- Conselho Municipal de Controle de Tabagismo.
- Conselho Municipal de Acompanhamento e Controle Social do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério

#### 4.9.7.14. Serviços Públicos Federais

- Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos - ECT
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
- Ministério da Fazenda
- Delegacia da Receita Federal de Limeira
- Junta do Serviço Militar de Limeira
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE

#### 4.9.7.15. Serviços Públicos Estaduais

- Ministério Público do Estado de São Paulo
- Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo
- Fórum Prof. Spencer Vampré
- Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo
- CAT - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
- Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo
- Inspetoria Fiscal de Limeira
- Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

- Diretoria de Ensino de Limeira
- Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo
- Polícia Civil do Estado de São Paulo
- Delegacia Seccional de Limeira
- Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo
- Polícia Militar do Estado de São Paulo
- 1ª Companhia de Policiamento de Área - Interior - CPA-I
- 36º Batalhão de Polícia Militar do Interior - BPM-I
- Batalhão do Corpo de Bombeiros

#### 4.9.7.16. Serviços Públicos Municipais

- Prefeitura Municipal De Limeira
- Secretaria Municipal Da Cultura
- Secretaria Municipal De Turismo E Eventos
- Secretaria Municipal Da Fazenda
- Secretaria Municipal Da Administração
- Secretaria Executiva De Governo E Desenvolvimento
- Secretaria Municipal Dos Negócios Jurídicos E De Proteção Ao Patrimônio
- Secretaria Municipal De Planejamento E Urbanismo
- Secretaria Municipal De Saúde
- Secretaria Municipal Da Habitação
- Secretaria Municipal De Esportes
- Secretaria Municipal De Educação
- Secretaria Municipal De Agricultura E Meio Ambiente
- Guarda Municipal E Defesa Civil
- Empresa De Desenvolvimento De Limeira - Emdel
- Serviço Autônomo De Água E Esgoto - S.a.a.e.
- Emdel - Empresa De Desenvolvimento De Limeira
- S.a.a.e. - Serviço Autônomo De Água E Esgoto
- Centro De Promoção Social Municipal - Ceprosom
- Câmara Municipal De Limeira
- Vara Cíveis - 5 Varas Cíveis Cumulativas (Cíveis E Criminais)

- Juizado Especial De Pequenas Causas
- Varas Trabalhistas - Junta De Conciliação
- Águas De Limeira
- Elektro - Eletricidade E Serviços S.a.
- Companhia Tecnológica De Saneamento Ambiental - Cetesb
- Universidade Estadual De Campinas - Unicamp
- Centro Superior De Educação Tecnológica - Cetes
- Colégio Técnico De Limeira - Cotil
- Senac Serviço Nacional De Aprendizagem Comercial
- Escola Senai "Luiz Varga"
- Sest Serviço Social Do Transporte
- Senat Serviço Nacional De Aprendizagem Do Transporte
- Acil - Associação Comercial E Industrial De Limeira
- Aeal - Associação Dos Engenheiros E Arquitetos De Limeira
- Oab/sp. Ordem Dos Advogados Do Brasil- 35ª Sub-seção De Limeira
- Ciesp - Centro Das Indústrias Do Estado De São Paulo
- Fundação Limeira
- Ideli - Instituição De Desenvolvimento De Limeira
- Aldeia - Movimento Pró-cultura
- Preservação - Assoc. De Proteção Do Meio Ambiente De Limeira
- Sociedade Pró Memória De Limeira

#### 4.9.8. Caracterização do Sistema Viário da Região

O sistema viário intra-municipal compõe-se de formas de circulação diferentes - por veículos motorizados ou não e pedestres - e apresenta-se com traçados, finalidades e demandas distintos conforme sua localização na área urbana ou na rural. Um panorama geral do sistema viário municipal, com ênfase nas vias mais utilizadas para o transbordo de resíduos para o aterro é apresentado em mapa (anexo).

O sistema viário urbano caracteriza-se basicamente pela não hierarquização das vias: o tráfego flui por vias que se articulam por necessidade prática, sem planejamento (loteamentos implantados quase que de forma independente onde seus traçados viários não tiveram prosseguimento entre si), implicando em estreitamentos e traçados inseguros e desconfortáveis (como "S" e curvas fechadas), avenidas não conectadas, grandes núcleos fechados truncando as circulações, não graduação do volume de tráfego (de forma lógica: das menos solicitadas, como as vias locais, para as mais utilizadas, como as coletoras ou arteriais).

Muitos leitos carroçáveis de avenidas refletem a falta de capacidade para atendimento da demanda, pois têm 7m de largura, não admitindo mais que uma faixa de rolamento e uma faixa de estacionamento. É o caso de algumas vias centrais, como a Presidente Roosevelt, a Conselheiro Saraiva e Barão de Cascalho, bem como das vias locais de bairros periféricos de interesse social, como o Parque Nossa Senhora das Dores, Parque Residencial Belinha Ometto, Parque Residencial Abílio Pedro, Jardim Morro Azul, Conjunto Residencial Victor D'Andréa, Jardim Santana Paroli Pecinini, Jardim Gustavo Pecinini, Residencial Regina Basteli, Jardim Santa Amália.

Por outro lado, o único sistema arterial perimetral planejado, o Anel Viário, projetado para ser o anel de contorno da área urbana, já não atende sua função original, tanto pela expansão da urbanização, que ultrapassou seu traçado em direção às periferias, quanto por estar implantado parcialmente – em muitos trechos com apenas uma pista com duas mãos de direção.

Atualmente ele é utilizado como via arterial de ligação entre bairros e também por grande quantidade de caminhões, que fazem dele rota de desvio de pedágio da Rodovia Anhangüera, indicando a necessidade de se planejar um anel de contorno da cidade. Além disso, foram verificados diversos pontos de acúmulo de veículos, que não chegam a ser congestionamentos, principalmente na área central – Rua Tiradentes, Ruas Sete de Setembro

- e nas seguintes vias coletoras ou arteriais – Rotatórias do Posto Três Avenidas, Rotatória Avenida Laranjeiras com Via Francisco D'Andréa, Avenida Auro Corrêa da Silva na travessia do córrego Barroca Funda, Avenida Gumercindo Araújo com SP 147 que demonstram que a capacidade de atendimento do sistema viário atual é deficitária.

Quanto à mobilidade de pedestres, além do já exposto anteriormente - calçadas descontínuas, com degraus, revestidas com pisos escorregadios - também se verifica que não há qualquer preocupação com a acessibilidade geral e irrestrita, com um desenho universal que possibilite a mobilidade das pessoas deficientes e idosos, inclusive na área central onde existem rampas nas faixas de pedestres que, entretanto, estão em desacordo com as normas vigentes, não atendendo às dimensões, revestimento e sinalização inclusive para deficientes visuais, gerando insegurança.

O sistema viário rural compõe-se de rodovias municipais, cujas larguras são variáveis entre 5 e 10m, sem pavimentação havendo, entretanto, algumas asfaltadas como Lim 340 -Via Martinho Lutero, a Lim 249 – Rodovia José Santa Rosa, a Lim 320 - Centro Rural do Pinhal, a Lim 010 – Via Prefeito Jurandyr da Paixão de Campos Freire, a Limeira-Artur Nogueira, a Limeira Cordeirópolis. Não há uma hierarquia planejada, mas as vias asfaltadas caracterizam-se como arteriais já que são os eixos principais de conexão e se articulam às demais. Elas têm larguras variáveis entre 10 e 15 metros, com pista única de 2 mãos de direção, e praticamente sem acostamento. É neste cenário viário que o empreendimento se insere (LIM 010 - Via Prefeito Jurandyr da Paixão de Campos Freire) onde recebe todo o fluxo de caminhões que transbordam os resíduos municipais para o atual aterro. Nesta via foram verificadas as necessidades de manutenção da pista de rodagem, principalmente no que concerne a manutenção do revestimento asfáltico e sinalização.

Como a área rural da cidade é bem grande, as vias não são asfaltadas, em sua grande maioria, dispondo de pontes de madeira em situação precária, sendo a manutenção e conservação deficitárias.

Isto aliado à inexistência de política para implantação de bacias de retenção ou contenção de águas de chuva nas propriedades rurais implica em erosões mais ou menos severas das margens dos leitos carroçáveis e conseqüentemente, assoreamento dos cursos d'água. Estas foram, aliás, as maiores razões para a escolha da área para implantação do empreendimento sob análise durante o estudo de alternativas locais, pois os custos inerentes as melhorias no sistema viário e obras de infraestrutura para abrigar o fluxo intenso de veículos pesados inviabilizariam o projeto.

Com a previsão de eventuais alargamentos dessas vias, a legislação atual dispõe sobre a obrigatoriedade de se reservar, a partir de seu eixo central, 20m para cada lado como faixas não edificáveis.

O sistema viário intermunicipal é composto por rodovias estaduais e rodovias municipais, Limeira-Artur Nogueira. As rodovias estaduais Anhangüera, Bandeirantes e Piracicaba-Mogi Mirim têm pistas duplas e, juntamente com a sinalização, estão em bom estado de conservação por ter sua administração terceirizada e com a cobrança de pedágios. Ressalte-se que foram registrados, por conta da falta de critérios municipais de graduação e mitigação de impacto, muitos problemas decorrentes da implantação da Rodovia dos Bandeirantes nas propriedades lindeiras tais como interferências nos cursos d'água, represamento, má execução de drenagem, desmoronamento de pontes.

As demais rodovias estaduais Lim 050 - Limeira-Cosmópolis e Lim151 -Limeira-Iracemápolis têm pista única com 2 mãos de direção, com acostamento em terra e administração municipal.

#### 4.9.8.1. Transportes

O transporte coletivo intra-municipal de passageiros por ônibus, também chamado de transporte coletivo urbano, é um serviço terceirizado que abrange as áreas urbana e rural.

Seu modelo de atendimento é radioconcêntrico, ou seja, todos os percursos convergem para o centro da cidade, sobrecarregando essa região cujo



sistema viário é deficitário e que não dispõe de local adequado para o embarque desembarque, sendo os pontos finais localizados na Praça do Museu que é edificação de interesse histórico em processo de tombamento.

Em razão do uso atual como terminal de ônibus, existem atividades ali desenvolvidas que não são compatíveis com a preservação e conservação de seu entorno imediato como os ambulantes e quiosques que interferem na paisagem degradando-a e poluindo-a.

O transporte ferroviário em um meio utilizado apenas para cargas, em razão da desativação do transporte de passageiros realizada pela FEPASA em 2000. O trajeto utilizado é o do início do século que atravessa a cidade no sentido N-S passando por toda a área urbanizada, inclusive o centro da cidade, gerando muita insegurança por transportar cargas perigosas e cruzar regiões bastante adensadas.

Quanto ao transporte aéreo, quando foram iniciados os trabalhos para revisão do Plano Diretor vigente em 2006, já havia um projeto que estava sendo colocado em prática desde 2004 para a implantação de um aeroporto de âmbito regional para cargas e passageiros em área distante da mancha urbana, porém na Área de Proteção e Recuperação de Mananciais/APRM do Pinhal, o que gerou muita polêmica e opiniões contrárias por alguns segmentos da sociedade.

O transporte hidroviário é uma alternativa que vem sendo estudada em nível regional para intervenção no Rio Piracicaba, inclusive por meio de eclusa, para torná-lo navegável. Pensando, então, nesta possibilidade é necessário prever a integração de Limeira neste sistema.

Como foi constatado, o principal problema relativo ao trânsito de Limeira é a desorganização do sistema viário, seja em termos de hierarquização das vias, seja em termos de utilização de áreas de estacionamento, ou mesmo de racionalização das linhas de transporte coletivo urbano.

Com uma frota de mais de 135.891 veículos, Limeira apresenta hoje, na área central da cidade,

diversos pontos de lentidão, ocasionados principalmente pelo conflito entre a capacidade da via, o fluxo de veículos que demandam a mesma e as áreas permitidas para estacionamento. Fluxo de veículos este, caracterizado pelo tráfego local (veículos que se direcionam ao centro) e o tráfego de passagem (veículos que se direcionam ao centro para atingirem as principais transposições da ferrovia e do Ribeirão Tatu).

#### 4.9.9. Uso e Ocupação do Solo

##### 4.9.9.1. Evolução Urbana

O núcleo urbano da cidade de Limeira expandiu-se a partir do parcelamento de uma gleba de terras doada pelo Capitão Cunha Bastos para implantação do povoado, hoje região central, à margem direita do Ribeirão Tatuhy e posteriormente do eixo da estrada de ferro. Tal expansão se deu perpendicularmente a essas barreiras físicas, com proporções semelhantes em ambos os espaços delimitados a partir das margens esquerda e direita do ribeirão e da ferrovia, datando do final da década de 30 (1937) o início da expansão urbana, quando os primeiros loteamentos destinados ao assentamento residencial começaram a ser implantados, sendo a primeira aprovação oficial de loteamento destinado ao uso urbano, a área denominada Vila Fascina.

A indústria, em constante evolução nas décadas de 60 e 70, contribui para a criação de novos postos de trabalho, criando a necessidade e o interesse econômico na implantação de novos loteamentos.

Paralelamente a estes acontecimentos, observa-se que o processo de expansão ocorrido de 1950 a 1975 acontece de modo desordenado, com o surgimento de grandes vazios urbanos ainda ocupados por propriedades particulares, que praticavam as culturas da cana-de-açúcar e da laranja, não havendo, portanto, interesse econômico em se criar nessas áreas, novos loteamentos.

O final da década de 70 e início dos anos 80 marcam a consolidação do traçado urbano, onde as terras antes ocupadas pela agricultura cedem

espaço aos loteamentos, agora empreendimentos rentáveis e em franco desenvolvimento devido ao crescimento urbano e regional. Acentuam-se, ainda, a implantação de conjuntos habitacionais, em áreas periféricas, contribuindo para a expansão da malha urbana e, em alguns casos, como indutores da ocupação de seu entorno por loteamentos populares.

Após a expansão ocorrida de meados da década de 70 a meados da década de 80, que representou o maior crescimento verificado da malha urbana, foi verificado no início da década de 90 um “boom” de loteamentos residenciais populares na porção sul da cidade (em direção a gleba destinada para receber o empreendimento sob análise), com um conseqüente extravasamento do perímetro urbano e ocupação da área de expansão urbana. Tal ocupação ocorreu de forma desordenada e sem nenhuma diretriz do Poder Público, tirando de suas mãos, por conseguinte, a tomada de decisão de onde seriam os locais mais adequados à implantação dos Loteamentos Populares, a forma de implantação dos mesmos e como se daria a sua inserção na malha urbana. Como conseqüência, o que se verifica hoje é uma grande barreira ao crescimento da cidade em sua zona sul, pois não existem diretrizes que possibilitem que outras formas de ocupação ultrapassem os Loteamentos Populares, compostos de maneira geral por uma malha viária descontínua e insuficiente para atender um maior volume de trânsito. Ressalte-se, no entanto, que por terem ultrapassado o perímetro urbano e alcançado o limite da expansão urbana, este processo originou uma forte pressão para que este fosse ampliado.

#### 4.9.9.2. Estruturação Espacial

A estruturação espacial é a forma como as diversas funções se distribuem e se articulam pelo território da cidade. As grandes funções estruturadoras do espaço da cidade são circular e recrear por serem espaços públicos de usos coletivos. Apesar de haver um articulador do tecido urbano da cidade, o centro, não há uma estruturação espacial

equilibrada, já que a mobilidade –função circular – não é garantida nem há uma distribuição eqüitativa da função recrear – as áreas verdes e de lazer.

O território limeirense caracteriza-se por um tecido urbano concentrado, havendo um centro, o histórico-comercial, que articula toda a cidade e a partir do qual a urbanização se iniciou e se mantém.

Apesar disso, nos últimos 20 anos foram criados clandestina ou irregularmente, na área rural, pequenos núcleos, de forma dispersa pelo território da cidade e em grande quantidade, de chácaras de recreio – propriedades que tem, em média, 1.000 m<sup>2</sup>, que ajudam a desestruturar o espaço rural, inserindo novas dinâmicas. A falta de estruturação espacial é decorrente do modelo decrescimento urbano da cidade.

#### 4.9.9.3. Uso e Ocupação do Solo

Quanto ao uso geral do solo no Município, verifica-se que as porções urbanizadas representam 5.198,16 ha de terras em área urbana mais 2.493,72 ha de terras em área rural (Plano Diretor de Limeira, 2007).

Na Figura 4.94 pode-se ver a forma de uso geral do solo no município.

A área urbanizada, apesar de classificar a cidade como de porte médio, é de pequena monta frente a sua extensão territorial – somente 13,01%, o que vem confirmar a importância da produção agropecuária para a manutenção do equilíbrio das atividades econômicas.

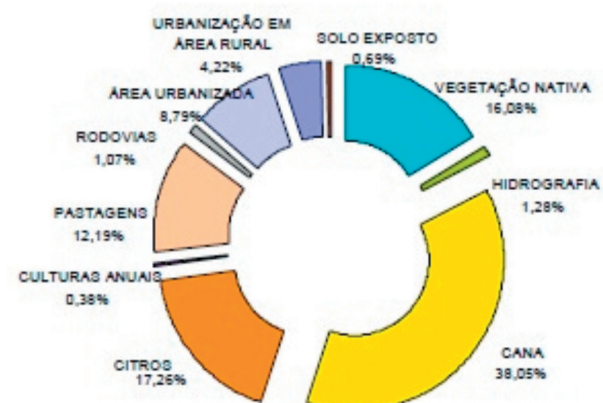


Figura 4.94. Uso do solo em Limeira. Fonte: SEPLAN.

#### 4.9.9.4. Evolução Urbana

A Figura 4.95 explicita como a malha urbanizada foi crescendo no território ao longo do tempo, a partir do centro, em eixos de penetração tais como a Rodovia SP-137, no trecho que liga Limeira a Piracicaba, a Avenida Rio Claro/Avenida Maria Tereza Silveira de Barros Camargo e a Avenida Major José Levy Sobrinho. Entretanto, o mesmo mapa nos indica que muitos bairros foram criados distantes do núcleo urbanizado, sem contigüidade entre seus limites e os dos bairros já instalados, e providos apenas por acessos – ruas ou estradas, destacan-

do-se especialmente os loteamentos e conjuntos para atendimento à população de baixa renda. Isto propiciou a criação de grandes extensões de terras - os vazios urbanos - que, assim induzidos, foram posteriormente ocupados.

Na década de 50, foram criados, distante da malha urbanizada, o Jardim São Pedro, o Jardim Santa Luzia, a Vila Independência e a Vila Conceição.

Na década de 60, os bairros assim criados foram: Jardim Morro Azul, Jardim Esmeralda, Parque Novo Mundo, Jardim Anhangüera, Jardim Olga Veroni, Jardim Barão de Limeira, Jardim Maria Helena, Jardim São Luiz, Jardim Alvorada, Jardim Boa Vista

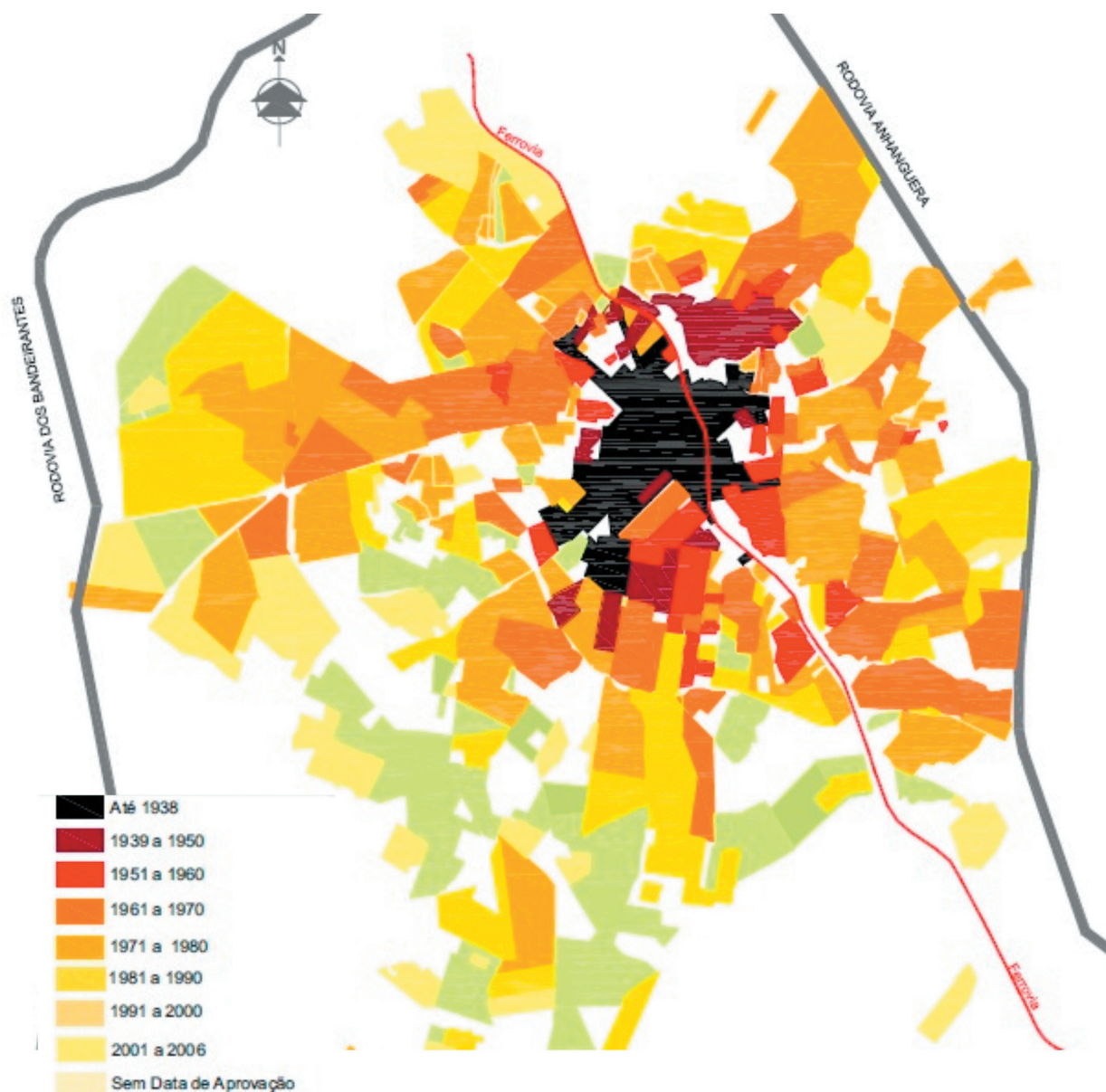


Figura 4.95. Mapa da evolução urbana em Limeira.



e Jardim São Rafael além do Jardim Nova Europa, Jardim Glória e Jardim Santo André. Nesta mesma década, o loteamento Chácara Boa Vista da Graminha destaca-se como núcleo urbanizado criado para propiciar chácaras de recreio, razão por que se situava distante, fazendo um diálogo entre vida urbana e vida rural.

Já na década de 70, os núcleos mais distantes constituídos foram o Jardim Aeroporto, o Jardim Residencial Village e o Jardim Nova Limeira, localizado à margem da Via Anhangüera oposta à cidade, constituindo um núcleo urbano isolado.

Ressalte-se que nesta mesma década, começaram a surgir os loteamentos clandestinos de cháca-

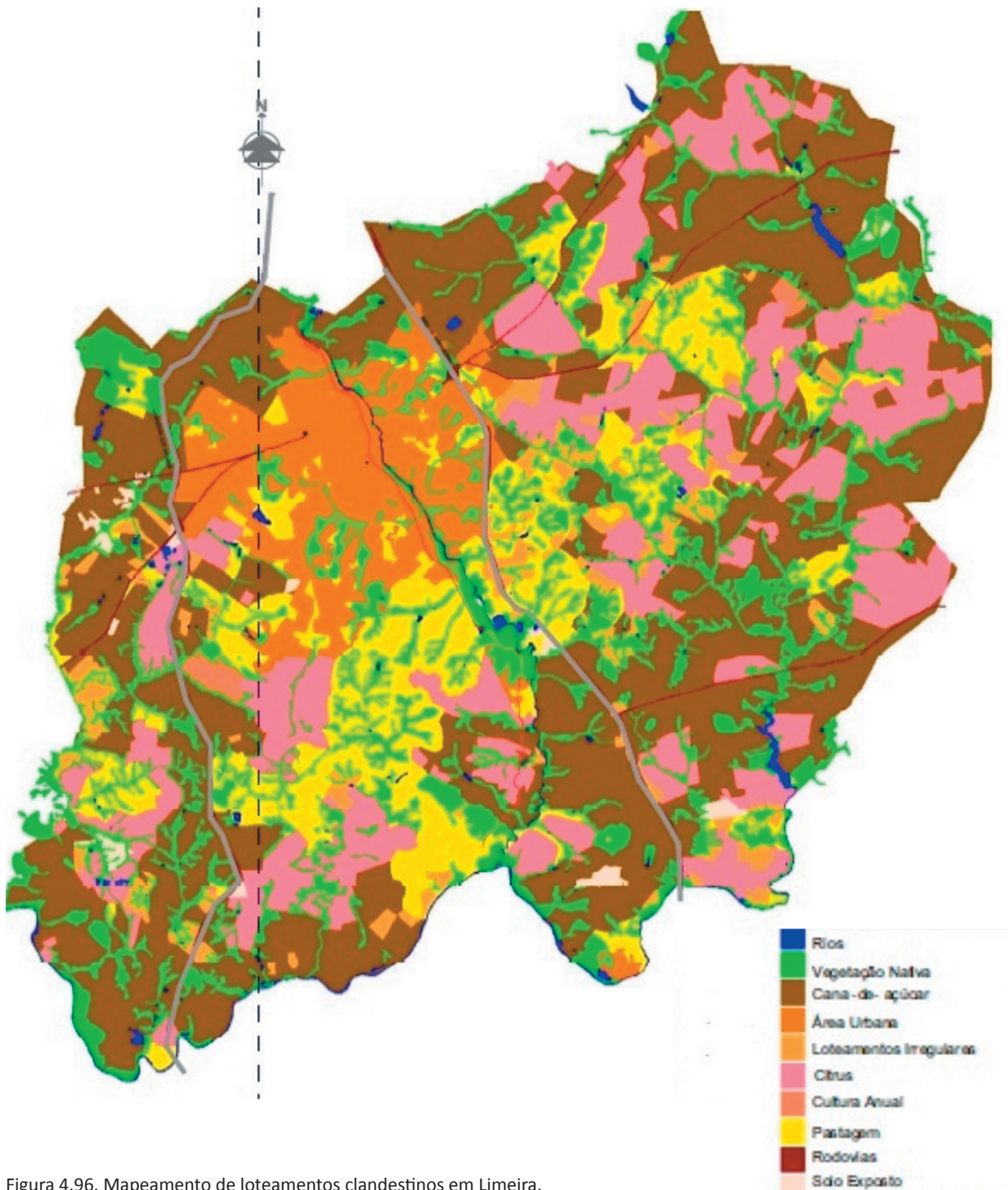


Figura 4.96. Mapeamento de loteamentos clandestinos em Limeira.

ras de recreio como a Estância Eldorado e a Estância Montreal (1981), conforme se pode verificar na Figura 4.96.

Isto é explicado pelo fato de que, conforme a tendência do interior do Estado de São Paulo, a sociedade buscava um contraponto à explosão demográfica que passou a acumular nas cidades uma população sem precedentes, quando começaram a surgir densidades mais altas e expressões físicas da exclusão social, como as favelas, já que a terra urbana é muito cara para os migrantes pobres provenientes tanto da área rural de Limeira como de outras regiões do país, como Paraná e Minas Gerais, que vieram em busca demais oportunidades.

Este complexo sistema de relações que é a cidade passa a despertar o desejo da retomada do campo como ideal de fuga buscado através das chácaras de recreio. Alguns desses núcleos, constituídos na zona rural, foram aprovados: Vale Verde, Chácaras Santa Paula, Beira Rio, Monte Verde, Morro Alto, Novo México e Santa Helena.

#### 4.9.9.5. Ocupação da Área Urbana

Nos dias atuais, a cidade apresenta-se construída de forma horizontal, com verticalização concentrada na região Central, estando alguns conjuntos de edificações verticais de 4 pavimentos dispersos nas regiões dos Bairros Boa Vista, Vila Independência, Jardim Piratininga e Vila Brasil. Verifica-se também uma grande concentração de núcleos fechados residenciais na porção SW da mancha urbana, constituído majoritariamente por loteamentos fechados. Esta concentração propiciou a criação de uma barreira quanto à mobilidade, pois suas grandes dimensões reduzem as áreas de circulação viária que ficam inseridas dentro do fechamento.

Além disso, se auto segregam urbanisticamente em relação à cidade já que voltam as costas a ela, impondo-lhe extensos muros que tornam a vizinhança inóspita e insegura, já que não há fluxo constante de pessoas, comércio e serviços, apenas fluxo de veículos de passagem. Já os condomínios

residenciais são em pequeno número, com dimensões menores e dispersos pelo tecido da cidade.

Quanto à regularidade do tecido urbano, verifica-se que o grande problema da cidade é a existência dos loteamentos de chácara de recreio implantados clandestinamente e que a partir da Lei 357/05, poderão ser regularizados desde que atendam aos seus requisitos, ressaltando-se que estão em área rural.

Existem também alguns conjuntos habitacionais, promovidos pela CDHU e Prefeitura, que não estão registrados, por diversos fatores, entre eles titularidade dos imóveis, mas atualmente estão em processo de regularização. Destacam-se também, em pequena quantidade, áreas de cortiços ou ocupações precárias bem dispersas no tecido caracterizadas como moradia de população de baixa renda, sendo já tratados socialmente pelo CEPROSOM, não podendo ser consideradas como distorções de impacto no tecido urbano.

Quanto aos vazios urbanos, assim entendidos como as áreas intersticiais existentes dentro e ao redor da mancha efetivamente urbanizada, foi encontrada grande quantidade deles, majoritariamente de pequeno porte e algumas de médio porte.

#### 4.9.9.6. Usos da Área Urbana

Apesar do centro único, articulador do tecido urbano, tradicionalmente consolidado como centro comercial, outros núcleos já se consolidaram para usos comerciais e de serviços, caracterizando-se, entretanto, não como regiões, mas, a partir de vias coletoras ou arteriais, como ruas corredores indutoras de desenvolvimento de diversas regiões da cidade.

Quanto às regiões industriais, algumas surgiram nos mesmos padrões das áreas comerciais e de serviços, ou seja, a partir de vias estratégicas quanto à circulação de veículos como a Via Anhangüera, em quadras do Jardim Glória na Avenida Marechal Arthur da Costa e Silva e nos bairros Jardim Olga Veroni, Jardim Anhangüera e Parque Egisto Ragazzo, ou em glebas mais distantes da mancha urbaniza-

da, em razão do grande porte requerido por algumas das indústrias, tais como as que se situam na região da Invicta e Fumagalli, ou ainda em função da proximidade de recursos hídricos abundantes, como é o caso da Ripasa e da Ajinomoto na beira do Rio Piracicaba. Além disso, próximas ao centro, encontram-se ainda grandes áreas e galpões de indústrias subutilizadas e até não utilizadas por conta da dificuldade de circulação de mercadorias decorrente do adensamento populacional do entorno, de caráter predominantemente residencial, que foi encostando nas indústrias instaladas previamente. Este é o caso da antiga Máchina São Paulo, a 1ª indústria de Limeira, que fabricava armamentos bélicos, situada na Avenida Campinas, da Machinas D' Andréa, situada no início da Avenida Laranjeiras, da Matisa, da Calçados Buzolin, Machinas Zacaria, Indústrias Rocco, Fumagalli e Lucato.

Como os imóveis têm dificuldade para serem reutilizados – por venda ou locação – para fins industriais mais incômodos ou poluentes, inclusive por restrições da lei de uso e ocupação do solo vigente, algumas estão fechadas.

Há que se ressaltar que desde 98, com as Leis Complementares nºs 199/98 e 212/99, o uso do solo é misto na maior parte do território, exceto pelas regiões classificadas como Z5, que se constituem por loteamentos e estritamente residenciais e pelas classificadas como Z6, que se constituem por regiões de usos mais incômodos nas quais não se admitem residências.

A maioria dos bairros classificados como Z5 é fechada ou de acesso controlado, tais como o Jardim Aquarius, o Parque São Bento, o Jardim Monsenhor Rossi, o Jardim Florença, a região dos bairros Portal das Rosas, Chácaras Boa Vista da Graminha e Residencial Ilha de Bali, o Jardim Colina Verde, com exceção do Jardim Mercedes e da Vila Paraíso que são núcleos abertos. O fechamento de núcleos estritamente residenciais é explicado pela busca por segurança decorrente dos altos índices de violência social como também pelo status que confere ao seu morador. Entretanto, constitui-se em grandes áreas fechadas que bloqueiam a circulação equilibrada

de veículos e pedestres pelo território, sobrecarregando as vias adjacentes com veículos e dificultando a circulação de pedestres. Além disso, não se integram paisagisticamente com a cidade, pois, em sua maioria, são cercados por muros altos em toda a sua extensão, sem qualquer conexão de vida comunitária com a cidade, exceto por portarias de entrada e saída.

#### 4.9.9.7. Uso e Ocupação do Solo na Área Rural

A área rural é extremamente extensa, com aproximadamente 500km<sup>2</sup>, o que corresponde a 85% do território do Município.

Existem aproximadamente 2.100 unidades de produção, que foram localizadas pelas coordenadas geográficas, compondo seis grandes quadrantes de análise.

Na grande porção compreendida ao S (Tatu – local de implantação do empreendimento), SW e W do perímetro urbano, a média dos módulos encontrados é de 10 a 20 ha.

Verifica-se a predominância de propriedades produtoras de cana-de-açúcar nos quadrantes 1, 5 e 6 e de citros nos quadrantes 2, 3 e 4, o que poderia sugerir equilíbrio no uso do solo. Entretanto, como as propriedades que cultivam cana-de-açúcar são maiores, as áreas desta cultura são predominantes no território municipal. A cana-de-açúcar ocupa 44,28% do território rural, citros, 20,09% e pastagens, 14,19%. As culturas anuais representam apenas 0,44%.

Em muitos pontos da área rural, houve distorções de uso e ocupação agrícola, com a implantação de chácaras de recreio cujos parcelamentos variam de 1.000 a 2.000 m<sup>2</sup>, impondo densidades bem mais altas relativamente às da ocupação rural, cujos módulos mínimos são de 20.000 m<sup>2</sup>. As densidades desses núcleos de chácaras de recreio são próprias das zonas urbanas. Constituem-se por sete loteamentos regularmente aprovados conforme a legislação vigente à época - Chácaras Santa Helena, Beira Rio, Monte Verde, Vale Verde, Morro Alto, Novo México e Santa Paula – e aproximada-



mente 129 loteamentos instaladas clandestina e irregularmente.

Esses loteamentos irregulares geram aproximadamente 5.000 chácaras que não dispõem de infraestrutura básica de saneamento, utilizam-se de águas subterrâneas para abastecimento e fossas negras para esgotamento sanitário e criam linhas de erosão por conta do escoamento superficial decorrente das impermeabilizações. Conseqüentemente degradam o ambiente e modificam, sem critério, o balanço hídrico natural, pois interferem em áreas de preservação permanente e retiram águas subterrâneas necessárias à reposição do lençol freático.

#### 4.9.9.8. Uso e Ocupação do Solo na Área de Influência Direta

A Bacia do Ribeirão do Tatu cobre 75% da área urbana, num total de 40,68 km<sup>2</sup> de área. A bacia compreende o Ribeirão do Tatu, com 6,5 km de extensão e outros 14 afluentes.

O Ribeirão do Tatu, principal curso d'água da cidade atravessa a área urbana totalmente canalizado, sendo que no trecho central, confinado à um canal de concreto. Atualmente, devido a não conclusão do emissário da margem direita, o Ribeirão encontra-se totalmente poluído, recebendo esgoto diretamente em suas águas.

Por cortar trechos urbanos na sua porção mais a norte e entremear áreas rurais na porção sul, é de se esperar que a paisagem que orbita em torno desse corpo hídrico seja bastante heterogênea. Muito da heterogeneidade da paisagem na bacia do tatu é resultante dos ciclos de desenvolvimento típicos dos municípios paulistas, destacando-se a evolução urbana e a expansão das fronteiras agropecuárias.

#### 4.9.10. Patrimônio Arqueológico

O diagnóstico arqueológico das áreas de influência do empreendimento Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II A e Unidade de Redução de Volume, localizado no bairro do Tatu,

município de Limeira, estado de São Paulo, foi realizado em atendimento à legislação vigente que trata dos estudos arqueológicos necessários ao licenciamento ambiental de empreendimento modificador de meio físico.

Deste modo, o desenvolvimento do presente estudo visou à identificação de possíveis bens de interesse ao patrimônio cultural arqueológico que possam estar situados nas áreas de influência do empreendimento proposto e, assim, conseqüentemente, estejam em risco de serem afetados por algumas das atividades inerentes às etapas das obras de implantação ou, ainda, quando da operação da infraestrutura projetada.

A preservação dos recursos arqueológicos do país também é oficialmente assegurada por um vasto corpo legislativo que vem sendo aprimorado ao longo do tempo, sobretudo com a adoção de medidas mais eficazes, algumas de caráter punitivo, que visam garantir o gerenciamento e a manutenção do acervo arqueológico nacional. Dessa forma, o patrimônio arqueológico brasileiro é considerado um bem público sob a tutela da União, sendo assim reconhecido e protegido pela legislação nacional, cuja gestão fica a cargo do IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

Assim, no presente estudo, além do detalhamento das atividades realizadas para a elaboração do diagnóstico arqueológico das áreas de influência do empreendimento e para avaliação de impactos do empreendimento sobre o patrimônio arqueológico regional, são apresentadas propostas de ações específicas que devem ser desenvolvidas nas demais etapas do licenciamento ambiental.

Tendo em vista tratar-se de pesquisa voltada ao licenciamento ambiental de empreendimento modificador de meio físico, os estudos realizados nas áreas de influência do empreendimento tiveram por finalidade diagnosticar o potencial para a ocorrência de vestígios de interesse ao patrimônio cultural brasileiro, históricos ou arqueológicos, na área diretamente afetada pela implantação do Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II A e Unidade de Redução de Volume,

e visaram, inclusive, identificar os possíveis riscos a que estes possam vir a ser submetidos em decorrência das atividades necessárias à implantação do empreendimento e indicar, caso necessário, ações de proteção física e / ou de resgate científico dos bens envolvidos.

Resumidamente, os objetivos específicos para o desenvolvimento do presente programa, podem assim ser relacionados:

- Localização e caracterização de bens de interesse ao Patrimônio Cultural da Nação (sítios históricos e sítios arqueológicos) que possam existir nas áreas de influência do empreendimento;
- Prevenir a destruição e / ou a descaracterização de bens culturais (se localizados) que possam vir a ser afetados pelas atividades necessárias às obras de implantação e instalação do empreendimento, assim como pela operação do mesmo;
- Elaborar planos de mitigação de impactos na área (caso existam), a fim de resgatar informações a respeito dos bens ameaçados, de modo que possam ser ambiental, histórica e culturalmente contextualizados e, assim, incorporados à Memória Nacional.

A área de implantação do Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares e Industriais Classe II A e Unidade de Redução de Volume faz parte de uma região de relativa antiguidade da ocupação humana, considerando um período contínuo de pelo menos seis mil, em que há inúmeras evidências de vestígios materiais que indicam a existência de sítios pré-históricos e históricos, os quais servem como indicativos da riqueza sobre a dinâmica humana ali ocorrida.

A bacia hidrográfica regional de referência para o estudo da Arqueologia é a do médio curso do rio Piracicaba, que integra a UGRHI 5 (as bacias dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá), e na qual aparecem associados como testemunhos mais antigos da ocupação regional, sítios arqueológicos de caçadores-coletores, portadores de um instrumental de diversos artefatos líticos e pedra lascada.

Nessa região geográfica foram registrados inúmeros sítios arqueológicos, mesmo que nunca tenha sido implantado um programa de levantamento sistemático para essas áreas, à exceção do território do município de Rio Claro que foi alvo de uma campanha arqueológica que originou a descoberta de ao menos oito dezenas de sítios arqueológicos, sugerindo assim, uma alta densidade de sítios arqueológicos para toda a região. Muitas das ocorrências de interesse identificadas na região foram encontradas de modo fortuito, por um ou outro morador leigo no assunto, assim como, também, o foram por pesquisas acadêmicas pontuais, contudo, um grande número se deu em decorrência dos estudos ambientais necessários ao licenciamento de empreendimentos modificadores do meio físico, o que vem demonstrar a importância das exigências referentes aos recursos arqueológicos na apresentação de estudos e relatórios de impactos ambientais.

Apenas como referencial, para a uma breve análise dos contextos de ocupação humana dessa região, foi elaborado um quadro que sintetiza o conhecimento arqueológico produzido até o momento, onde se encontram destacadas os vestígios e as tipologias das sociedades que, em diversos momentos da história, interagiram no espaço e nas paisagens próximas às áreas de influência do empreendimento.

O conhecimento arqueológico existente para a região da porção média do rio Piracicaba indica duas fases indiscutíveis da ocupação humana pré-colonial:

- De 6.000 a 2.500 a.P<sup>1</sup> – a dos caçadores-coletores que produziram artefatos líticos lascados;
- De 1.000 a 800 a.P – a dos horticultores produtores de cerâmica (Tupiguarani e Itararé), cuja ocupação pode ter perdurado até o início da colonização européia na região.

Os sítios arqueológicos relacionados aos grupos de caçadores-coletores apresentam um padrão de assentamento disperso em decorrência da distribui-

<sup>1</sup> a.P: Antes do Presente (por convenção é tomada a data a partir do ano de 1950).

ção homogênea de recursos naturais. Assim, são encontrados em situações topográficas diversas, como fundos de vales, terraços e vertentes. É provável que essas diferenças topográficas de localização se devam a fatores sazonais, onde as porções mais altas do relevo teriam sido ocupadas nas estações de altos índices pluviométricos, em áreas não sujeitas a inundações (CALDARELLI, 1983, 1984, 1985).

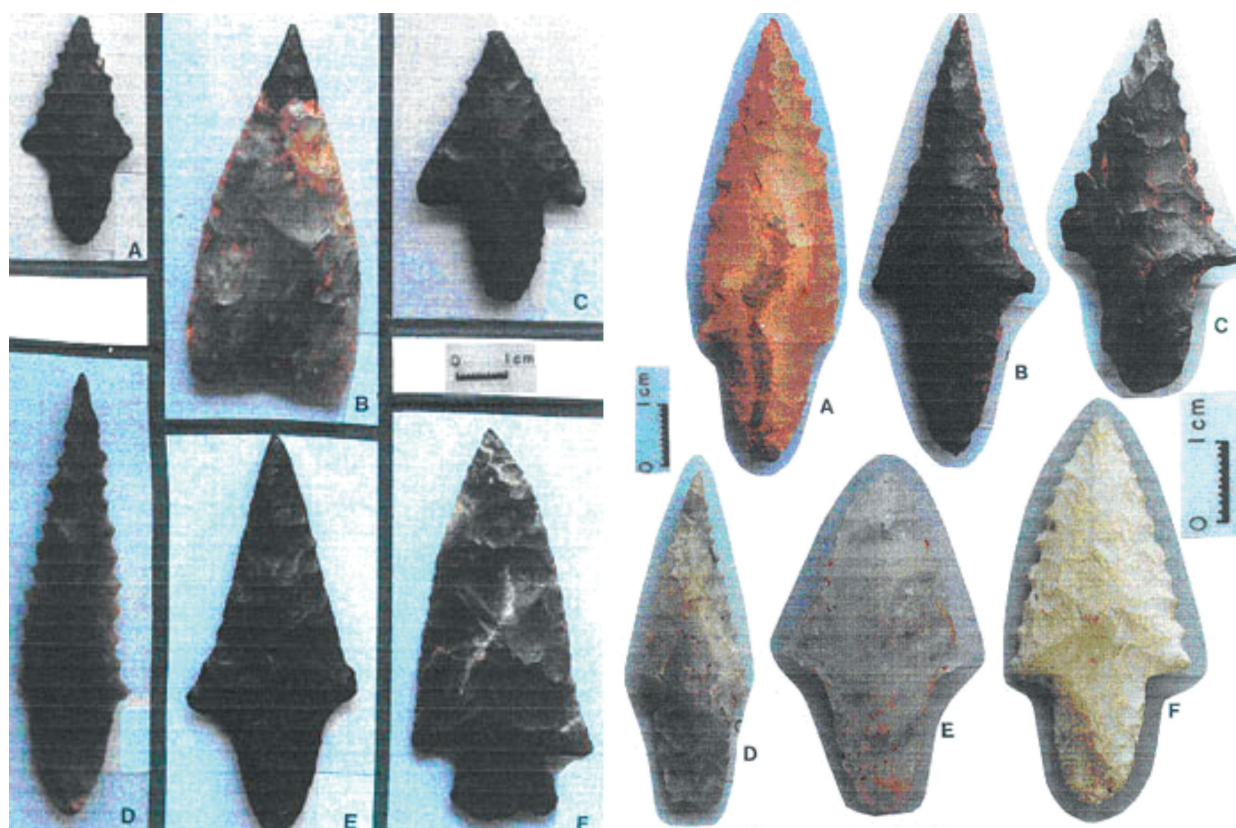
O município de Rio Claro é tradicionalmente conhecido por sua importância do ponto de vista arqueológico, devido a alta densidade de sítios identificados (MILLER Jr., 1969, 1972; ARAÚJO, 2001) e pelo fato de ter produzido datações bastante recuadas para o Estado de São Paulo (BELTRÃO et al., 1983). Só na bacia do rio Corumbataí foram registrados cerca de 80 sítios líticos. Os artefatos desses sítios, descritos por Miller, correspondem a raspadores, facas, talhadores e pontas de flecha, confeccionados por lascamento de calcedônia, arenito silicificado e, principalmente, sílex.

Na média bacia porção do rio Piracicaba, as pesquisas realizadas por BELTRÃO (1974) e BELTRÃO

et al (1983) indicam datações que atingem 14.000 anos a.P., mas estas são consideradas polêmicas. As outras datações referentes a essa área indicam a presença humana a partir de 6.000 a.P.

O sítio arqueológico mais antigo conhecido no Estado de São Paulo foi encontrado na área do Anel Viário Prefeito Jamil Bacar, em Mogi Mirim. Conforme os resultados da datação radiocarbônica do material, a ocupação do sítio ocorreu entre 9.010 e 9.540 a.P. (antes do presente). Mogi Mirim está localizada na bacia do rio Mogi Guaçu, próximo ao seu interflúvio com a bacia dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá. A identificação do sítio se deu através do reconhecimento de vestígios líticos lascados (pedra lascada) espalhados na faixa de domínio da rodovia, nas proximidades da SP-340, em levantamentos de campo realizados no ano de 2002.

Aliás, os vestígios mais antigos das ocupações registradas para a região em estudo, como os de Monte Mor e Rio Claro, estão associados a áreas de atividades de pequenos grupos de caçadores-coletores, os quais apresentavam grande mobilidade



Figuras 4.97. Pontas de projétil identificadas na região de Rio Claro, Coleção João Böer (ZAINE, 1996).





Figuras 4.98. Pontas de projétil coletadas por morador da zona rural de Santa Bárbara d'Oeste nas proximidades dos rios Piracicaba na confluência com o ribeirão dos Toledos (coleção particular).

de espacial e cuja cultura material remanescente é constituída por artefatos de pedra lascada, tais como raspadores, facas, furadores, lesmas e pontas de projétil.

Exemplar de sítio arqueológico formado em decorrência desse tipo de ocupação, com a presença de objetos líticos lascados, foi encontrado em Santa Bárbara d'Oeste, na margem esquerda do rio Piracicaba. Denominado como Sítio Cayubi, foi pesquisado por MORAIS (1982). O sítio apresentou, além de subprodutos de atividades de lascamento (lascas, núcleos e detritos), artefatos esboçados ou acabados, principalmente raspadores e pontas de flecha.

Em pesquisas arqueológicas associadas ao estudo ambiental do trecho de prolongamento da Rodovia dos Bandeirantes, foram localizados sítios arqueológicos correspondentes a antigos assentamentos de grupos caçadores-coletores pré-históricos nos municípios de Santa Bárbara d'Oeste (Sítios Matão, Toledos e da Lagoa), Limeira (Sítio Santo Antonio) e Campinas (Sítio Morro Azul). O Sítio Toledos em Santa Bárbara apresentou datação de 2.900 e 2.700 anos a. P. (CALDARELLI, 2001).

No Município de Limeira, junto à margem direita do rio Piracicaba, na área de implantação da UHE Carioba, em 2001, também foram encontradas quatro ocorrências arqueológicas (peças isoladas), representadas por líticos lascados. Mais recente, durante a avaliação arqueológica realizada na área destinada à implantação de Loteamento Industrial no Distrito Industrial Anhanguera, localizado entre o km 148 e o km 149 da Rodovia Anhanguera, foi localizado outro sítio arqueológico associado a caçadores-coletores, com material lítico lascado evidente em superfície (ZANETTINI, 2004).

O Museu Histórico e Pedagógico Major José Levy Sobrinho, de Limeira, apresenta exposto em seu acervo uma ponta de projétil de sílex lascado sem origem definida.

O presente estudo arqueológico foi executado sem intervenções no solo e se constituiu basicamente do caminhar sobre as áreas propostas para a implantação do empreendimento, a fim de que se pudesse realizar uma vistoria naqueles ter-



Figuras 4.99. Artefatos de sílex, o primeiro, com retoques e marcas de uso; o segundo, raspador bifacial. Ambos localizados no Distrito Industrial Anhanguera (ZANETTINI, 2004).

renos que apresentassem alguma possibilidade de visualização da sua superfície ou dos seus estratos pedológicos. Essa atividade de reconhecimento também contemplou o exame da eventual ocorrência de bens imóveis ou resquícios desses que pudessem representar algum interesse ao patrimônio histórico / arquitetônico / cultural regional. Nessa ocasião, como ações de apoio, também foram efetuados registros fotográficos com câmera digital, tomadas de coordenadas geográficas de pontos notáveis com auxílio de aparelho GPS (Sistema de coordenadas UTM – Datum WGS, 84), além de observações, análises e as respectivas anotações pertinentes em caderneta de campo.





Figura 4.100. Ponta de projétil pertencente ao acervo do Museu Histórico e Pedagógico Major José Levy Sobrinho.

Nessa tentativa, buscou-se alcançar e reconhecer nas superfícies expostas do terreno, tais como caminhos, perfis, voçorocas, setores de valas ou de retiradas de terra, etc., não somente os indícios aflorados, mas também, contemplou uma análise das características geo-ambientais locais, tais como, a proximidade de cursos d'água, a posição topográfica, a orientação das vertentes, as condições da amplitude visual de entorno, a presença de manchas de solos escuros e de fortes de matérias-primas (como argilas, e cascalhos), etc., enfim, aqueles locais que pudessem representar condições ou evidências favoráveis à circulação, à fixação e / ou atividades de populações humanas pretéritas, fornecendo, desse modo, subsídios para o estabelecimento do potencial arqueológico local.

Destarte, com base na cartografia disponível e no deslocamento in situ, os trabalhos de vistoria técnica foram intensificados naquelas áreas cuja exposição superficial do solo permitia uma maior visualização do sedimento terroso, mormente, naqueles espaços com ausência de vegetação ou com vegetação rala, nas áreas de lavouras de plantios agrícolas, nos perfis estratigráficos à mostra, e no leito das estradas e carreadores não pavimentados,

visto que os vestígios materiais arqueológicos poderiam se apresentar expostos em decorrência de processos naturais ou de processos antrópicos de movimentação de solos (Figura 4.101).

No que pese percentualmente ter havido muitos terrenos que apresentaram superfície de solo exposta para a presente análise arqueológica, estes, em sua maioria, se mostraram bastante alterados quanto à condição morfológica do relevo e estratigrafia pedológica original, como algumas áreas identificadas nas porções, central e norte da gleba, nas quais se encontram grandes cavidades originadas da remoção de sedimentos. Na área do setor central, também foi observada sobre a superfície do terreno a deposição de alguns resíduos de material inerte (entulhos) (Figuras 4.102).

Seguindo em direção ao setor norte da área destinada ao empreendimento, as atividades de caminhamento e vistoria foram prejudicadas devido à incidência de capim colônia e capim braquiária que, a despeito de não permitirem a visualização da superfície do terreno, também não permitiam o avanço do caminhamento por extensões maiores em virtude da altura que essa vegetação alcançava em alguns trechos, chegando a medir até dois metros de altura (Figura 4.103).

Complementarmente aos trabalhos de vistoria técnica da prospecção não interventiva em superfície, também se buscou a tomada de depoimentos orais junto a moradores que residem no entorno da área de influência direta do empreendido, no intuito de se obter um incremento de informações que pudessem enriquecer o quadro de referência reconhecido para o contexto da ocupação humana regional. Tal procedimento, no entanto, se mostrou pouco profícuo, uma vez que somente uma única moradora da região (Dona Clarisse) forneceu alguma informação de relevância, sendo que as demais pessoas abordadas (3), ou não souberam informar, ou não conheciam sobre a existência de vestígios de interesse nas regiões próximas.

Dona Clarisse, moradora de uma unidade unifamiliar cujo terreno confronta com os limites sul da ADA do empreendimento, afirmou residir de forma





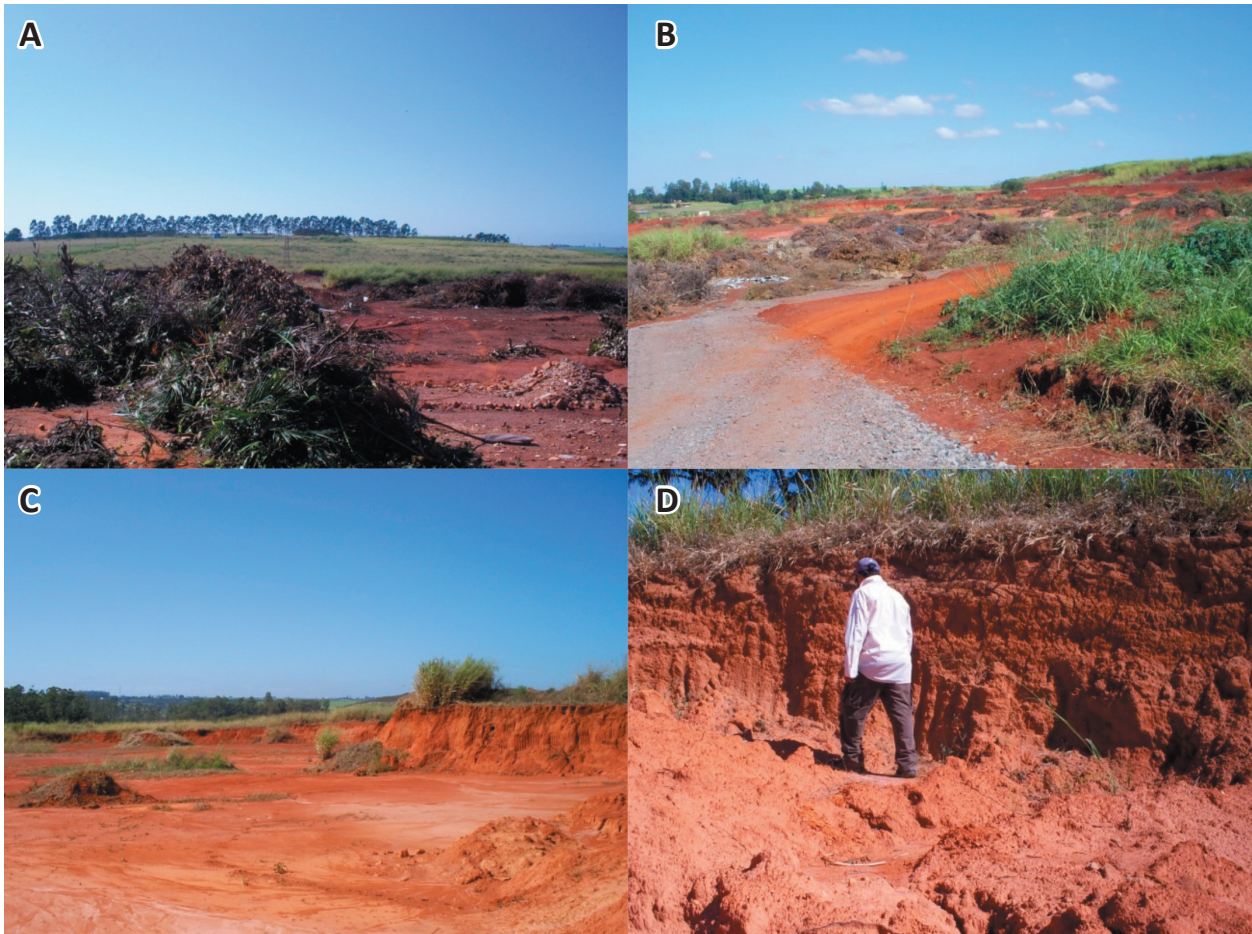
Figuras 4.101. Atividades investigativas de campo em áreas com possibilidade de visualização da superfície do terreno. A) Caminhamento em área de lavoura na porção sul do terreno; B) Análise de matéria prima lítica; C) Caminhamento por áreas com superfície exposta na porção central do terreno; D) Caminhamento por áreas com superfície exposta na porção central do terreno; E) Análise de perfil estratigráfico exposto na porção norte da área do empreendimento; F) Vistoria de superfície em acesso não pavimentado na porção norte da área do empreendimento.

fixa no local, juntamente com seu marido, a pelo menos um ano e meio, mas que, porém, já há aproximadamente sete anos, vêm mantendo com seu consorte atividades de cultivos agrícolas diversos, como plantios de grãos, cereais, hortaliças e verdu-

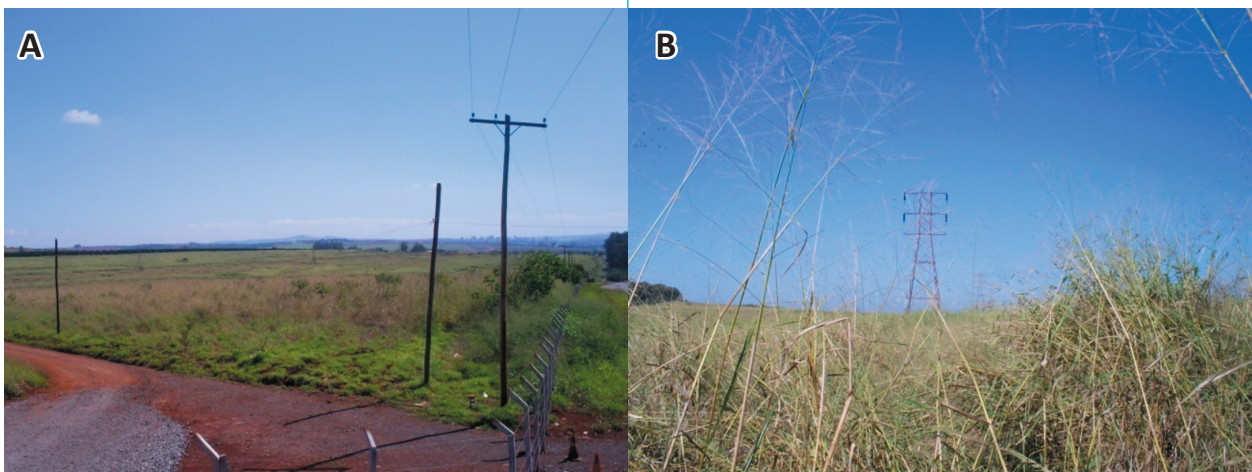
ras para o consumo próprio e a posterior venda dos produtos excedentes (Figura 4.104).

Em uma dessas atividades rotineiras da lavoura, junto à baixa vertente do córrego que perpassa pelo terreno, a entrevistada disse ter encontrado





Figuras 4.102. Terrenos degradados nas porções central (A e B) e norte da área proposta para a implantação do empreendimento (B e C).

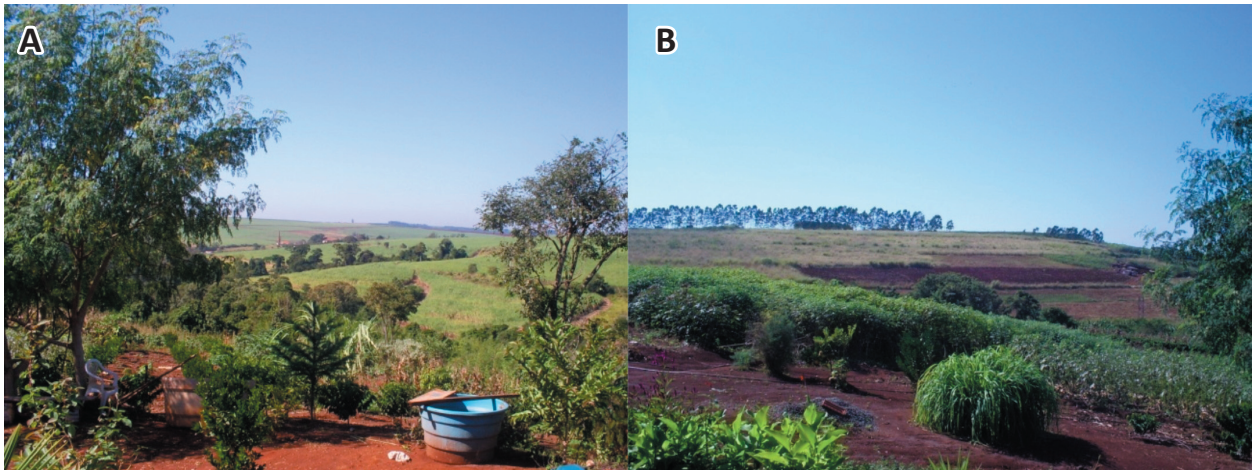


Figuras 4.103. Aspectos do terreno que compõe a porção norte da área do empreendimento. A) Terrenos vegetados que forma a porção norte da área do empreendimento; B) Capim colônia que impossibilitava o avanço do caminhamento investigativo.

uma “pedra preta feita pela mão do homem” (diabásio), a qual “nunca tinha visto nada parecido antes” (pela descrição pode ser ou uma lâmina polida de machado ou um cinzel), que, contudo, não foi apresentada, um vez que tal artefato estaria na

casa de sua filha que residia na “cidade” (zona urbana de Limeira). Outra informação de relevância e de grande consonância histórica, mas com uma assertiva não tão bem fundamentada, foi a indicação de que em uma das edificações junto à sede da





Figuras 4.104. Área de roçado junto ao limite sul da ADA do empreendimento em terrenos onde plantam a Dona Clarisse e seu marido. A) Vista em direção a Fazenda Tatu; B) Área de roça junto a residência da Dona Clarisse.

atual Fazenda Spagnol, a qual, ao longe, pode ser avistada a partir da varanda da residência da entrevistada, existiriam estruturas ligadas ao período da escravidão como porões de antigas senzalas, pelourinho, além de tulhas e terreiros para secagem do café, etc. E mais, os terrenos dessa fazenda, pertenceriam também ao mesmo dono da Fazenda Tatu, cuja sede e algumas estruturas históricas, que ainda resistem ao tempo, podem ser avistadas junto à margem direita da rodovia municipal, cerca de 0,6 km antes da chegada ao bairro do Tatu.

O bairro do Tatu, por sua vez, dista cerca de 11 km do centro da cidade, atualmente é acessado a partir a zona urbana pela rodovia municipal Prefeito Jurandir da Paixão de Campos Freire (LIM-010), este surgiu às margens do ribeirão Tatu, provavelmente como uma colônia da própria Fazenda Tatu, que pertencia ao Capitão Luiz Manoel da Cunha Bastos, cujo assassinato, em 1835, propiciou a venda espúria das terras que lhe pertenciam, e que atualmente, estão divididas em várias propriedades rurais.

Além do Casarão e de algumas estruturas ligadas a um antigo engenho de cana-de-açúcar que se encontram na atual Fazenda do Tatu, na área central deste núcleo urbano também ainda podem ser encontrados alguns bens imóveis de grande relevância que resguardam valores significativos para a contextualização do curso da ocupação humana colonial do município de Limeira e da região, per-

passando pela história dos primeiros colonos, pela implementação da linha férrea (seu ocaso e sua ressurgência), até o “redescobrimento” dessa localidade, com advento do turismo rural nos dias atuais (Figura 4.105)

Contudo, dentre os bens imóveis do bairro, os de maior valor significativo histórico são, sem dúvidas, o Casarão da Fazenda e a Antiga Estação Ferroviária:

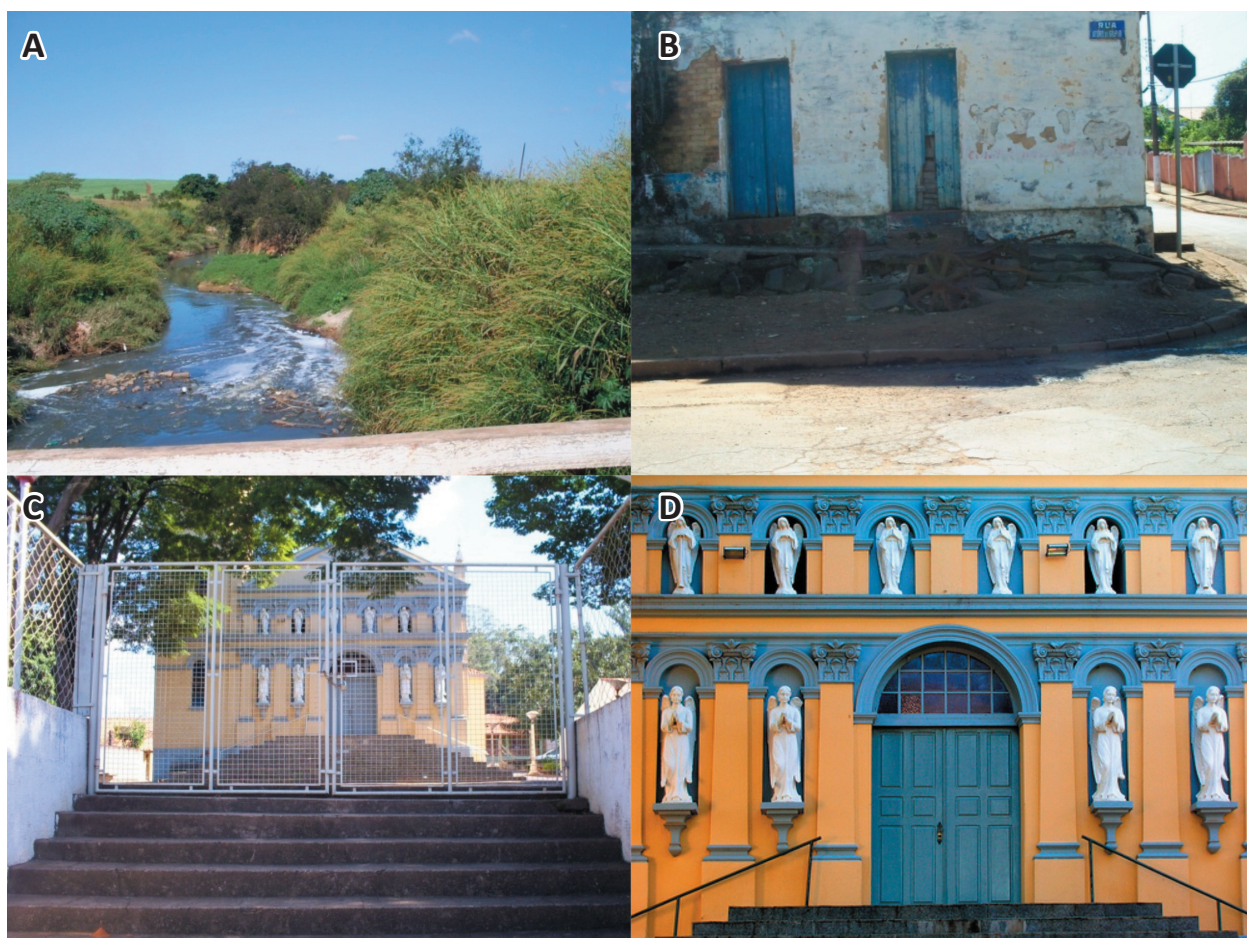
- **O Casarão da Fazenda Tatu e estruturas de antigo de cana-de-açúcar**

Tendo cerca de 200 anos de construção, localizado em um fundo de vale, dentro da propriedade rural da Fazenda Tatu, a qual pertenceu ao Coronel Flávio Ferreira de Camargo, provavelmente foi a sede da fazenda. Trata-se de uma casa retangular, com as paredes externas feitas em taipas de pilão e as internas em pau-a-pique, sendo que esse tipo de construção lhe atribui grande importância histórico-arquitetônica, segundo o arquiteto Carlos Lemos em seu livro “Casa Paulista”<sup>2</sup>.

De traços arquitetônicos severos, não há presença de enfeites e adornos. O porão tem cerca de dois metros de pé-direito, não apresentando janelas. O assoalho fica suspenso por vigas de madeira, assim como o telhado, que se apoia nas vigas e nas paredes externas. Parte da malha de madeira

<sup>2</sup> Fonte: < [http://www.limeiraonline.com.br/historia\\_turismo\\_limeira.html](http://www.limeiraonline.com.br/historia_turismo_limeira.html) >.





Figuras 4.105. Pontos referenciais no bairro do Tatu. A) Ribeirão do Tatu; B) Edifício situado na rua Vitório de Gasperi cujo estilo arquitetônico remete aos primeiros decênios de funcionamento da linha férrea; C) Capela de São Sebastião, vista frontal; D) Detalhe dos anjos na fachada frontal da capela.

que sustenta as telhas coloniais é feita em ripas de tronco de coqueiro, e o forro, feito de trançado de bambu. Ainda, do chão à cumeeira são cerca de 12 metros. As portas e janelas são muito rústicas, com batentes grossos feitos em madeira, encontrando-se ainda, vestígios da pintura interna original<sup>3</sup> (Figuras 4.106).

Contudo, em recente notícia, veiculada no periódico de circulação diária Gazeta de Limeira, em sua edição on-line<sup>4</sup>, datada de 17/02/2009, dá conta de que uma das paredes laterais do Casarão teve uma parte derrubada pelas chuvas que incidiram na região nos dias anteriores, evidenciando o estado de precariedade e deterioração que se encontra o imóvel (Figura 4.107).

<sup>3</sup> Ibidem.

<sup>4</sup> Disponível em: < <http://new.gazetadelimeira.com.br/Noticia.asp?ID=17724> >.

A matéria do jornal ainda repercute que a Prefeitura e o Conselho do Patrimônio Histórico municipal (Condephali) já desenvolveram um projeto de conservação e restauro do imóvel, inclusive que no ano passado (2008) foi mantido contato com um dos proprietários, Reinaldo Spagnol (tratar-se de propriedade com vários herdeiros), para o restauro do telhado, mas que, porém, não houve acordo nos termos, e assim, não foi possível desenvolver as ações conservativas propostas.

Se o antigo Casarão que servia de sede da fazenda, por si só, representa um imóvel de grande interesse histórico-arquitetônico, em terrenos próximos, encontram-se alocadas algumas estruturas de um antigo engenho de cana-de-açúcar que também denotam grande valor histórico por estarem atrelados ao desenvolvimento histórico local (Figura 4.108).





Figuras 4.106. Implantação do Casarão e características do estilo arquitetônico. A) Implantação da Fazenda Tatu, visto à partir da rodovia municipal LIM-010; B) Portão de acesso à propriedade rural com o Casarão ao fundo; C) Imagem ilustrativa da sede da Fazenda Tatu. (Disponível em: < [http://www.limeira.sp.gov.br/secretarias/cultura/images/fazenda\\_tatu.jpg](http://www.limeira.sp.gov.br/secretarias/cultura/images/fazenda_tatu.jpg) >).

- **Antiga Estação Ferroviária<sup>5</sup>**

A estação de Tatu foi inaugurada em 30 de junho de 1876 pela Cia. Paulista de Estradas de Fer-

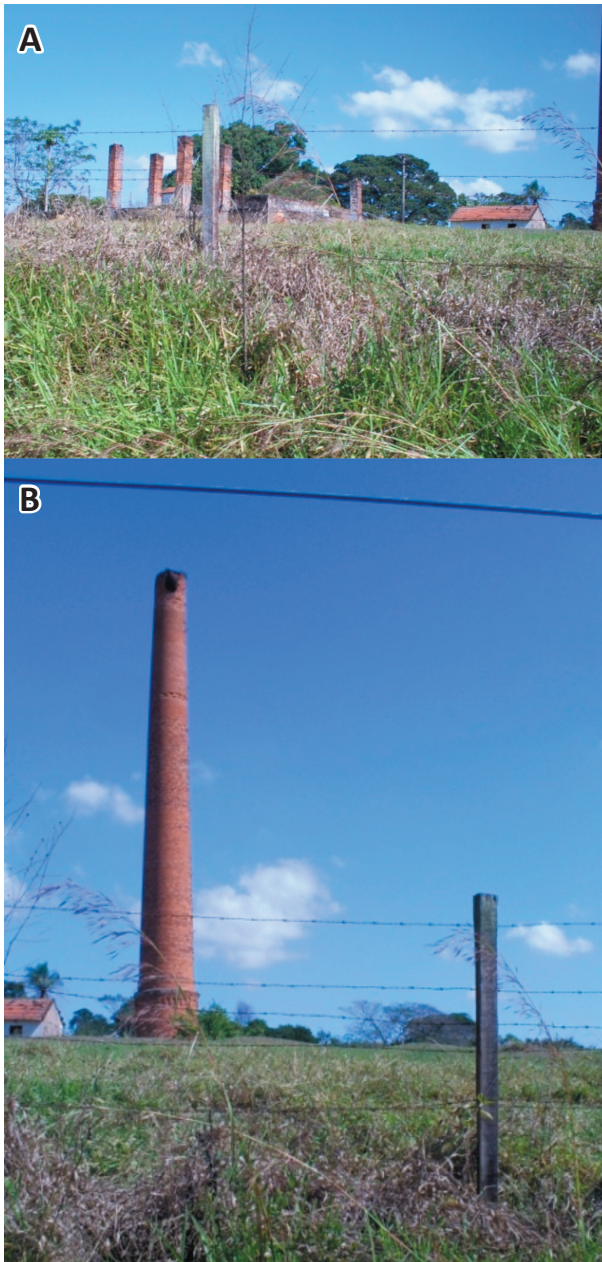
<sup>5</sup> Fonte: < <http://www.estacoesferroviarias.com.br/tatu.html> >.



Figuras 4.107. Imagens do incidente que envolveu a queda de parte da parede do Casarão em fevereiro de 2009. (Disponível em: < <http://new.gazetadelimeira.com.br/Noticia.asp?ID=17724> >). A) Vista da fachada com parte da parede ruída devido às chuvas; B) Detalhe da parede caída do Casarão; C) Detalhe do estado conservativo do telhado e forro do Casarão. Após o desmoronamento da parede.

ro, como prolongamento da Linha Tronco Jundiáí-Campinas que alcançou a cidade de Rio Claro. Foi implantada nas proximidades do curso do ribeirão Tatu e tinha com a eletrificação da linha em 1920, uma subestação perto dela, sendo, portanto, ponto estratégico para a Cia. Paulista de Estradas de Ferro. Durante muitos anos, uma linha de bitola de 60 cm corria de Tatu até a pedreira ali existente, da Cimento Portland, em boa parte do percurso





Figuras 4.108. Estruturas do antigo engenho em área próxima à antiga sede da Fazenda do Tatu, avistadas ao largo da via municipal LIM-010. A) Alicerces do antigo engenho; B) Chaminé.

paralelamente à linha principal. Decauvilles<sup>6</sup> iam e vinham do lado oeste da linha, operando pelo sistema de caixas baldeáveis. No início dos anos 70

<sup>6</sup> O Decauville é um sistema de caminho-de-ferro de via estreita (bitola de 40 a 60 centímetros) que ficou conhecido pelo nome do inventor – Paul Decauville (1846-1922), onde a via é formada apenas por elementos metálicos pré-fabricados, que podem ser facilmente desmontados, transportados e reutilizados. A preparação da plataforma e a colocação da via requerem pouco trabalho. As vagonetas eram inicialmente empurradas manualmente ou puxadas por cavalos. A aparição de

ainda era possível se ver essa pequena ferrovia. Em 1971, a FEPASA passou a controlar a linha. Trens de passageiros trafegaram pela linha até março de 2001, nos últimos anos apenas no trecho Campinas-Araraquara. Atualmente, sob contrato de concessão operado pela América Latina Logística (ALL), na linha férrea só circulam trens de transporte de cargas, que não se utilizam das edificações remanescentes (Figura 4.109).

Pelo menos desde o início da década de 1990 se observa que o edifício da estação está abandonado e depredado, quadro de depreciação continuada que se agrava com a ação das intempéries naturais e das atividades de vandalismo. Alguns outros antigos edifícios os quais serviam de apoio às demandas da linha férrea, como casas e armazéns, também se encontram na mesma condição de conservação, outros, porém, passaram por reformas improvisadas e vem servindo de moradias.

No último dia 31 de maio, notícia veiculada no jornal Gazeta de Limeira, em sua versão eletrônica<sup>7</sup> destaca que a Prefeitura Municipal de Limeira desapropriou uma área de cerca de 20.000 m<sup>2</sup> no Bairro do Tatu para restauração da antiga casa de Cunha Bastos. O pedido de desapropriação partiu do Conselho Municipal de Defesa do Patrimônio Histórico e Arquitetônico de Limeira (Condephali), que reitera a necessidade de restauro e preservação do patrimônio localizado no bairro do Tatu. Na matéria, segundo a presidente do Condephali, Juliana Binotti Pereira Scariato, “O local é mais antigo que o município e faz parte da história de Limeira. O conselho pretende fazer reparos emergenciais para manter a estrutura do casarão, que foi danificada no início do ano com as chuvas”, disse.

E quanto a ação da Prefeitura continua: “No ano passado oferecemos uma proposta aos donos da propriedade, mas recusaram. A princípio, mostra-

pequenas locomotivas Decauville e de material rolante diverso, tornou o sistema um verdadeiro sistema de caminho-de-ferro, que encontrou aplicações em numerosos domínios: mineiro, industrial, agrícola, militar, etc. (FONTE: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Decauville> >).

<sup>7</sup> Disponível em: < <http://www.gazetadelimeira.com.br/Noticia.asp?ID=22548> >.





Figuras 4.109. Estruturas da antiga estação ferroviária de Tatu e trecho da ferrovia que opera sob os auspícios da ALL.

mos a necessidade de um reparo no telhado, para evitar a queda das paredes. Como a manutenção não foi autorizada, a chuva derrubou uma das paredes.”

A matéria Gazeta de Limeira destaca que o secretário de Planejamento e Urbanismo do município, Ítalo Ponzio Júnior, disse que o projeto estaria pronto. “A Prefeitura e o Condephali prepararam o

projeto de restauração do local. Com a desapropriação, o trabalho poderá ser iniciado”, relata. E ainda, que segundo o Jornal Oficial do Município, o local tem valor histórico, cultural, urbanístico e social, e, o objetivo da Prefeitura, é protegê-lo. Assim, além do casarão, foi incluída na desapropriação a chaminé e as estruturas que restam do engenho que existiu no local. Na mesma matéria a presidente do Condephali afirma que também há projetos para a reforma da antiga estação ferroviária: “O objetivo é revitalizar o local para receber os trens da estação do centro”, disse ao jornal.

#### 4.9.11. Avaliação de impactos e medidas sugeridas

Apesar do potencial para ocorrência de vestígios materiais pré-coloniais e coloniais apresentado pelas áreas de influência, não foram encontrados vestígios arqueológicos na área do empreendimento durante o levantamento não interventivo realizado para a elaboração do diagnóstico arqueológico.

No entanto, não se pode avaliar o potencial de ocorrência de vestígios de interesse ao patrimônio cultural arqueológico nas áreas a serem diretamente e indiretamente afetadas pelo empreendimento (ADA e AID, respectivamente) sem considerar o contexto arqueológico, etno-histórico e histórico regional reconhecido para a AII.

É evidente que as alterações a que o ambiente natural foi submetido podem ter afetado, modificado, comprometido ou até mesmo destruído bens de interesse arqueológico porventura ali existentes. Foram identificadas ações de destocamento e aragem do solo associadas ao desmatamento e manejo do solo para formação de pastagens ou usos agrícolas. Destarte, a avaliação arqueológica constante do presente estudo julga que poderá haver dano a bens arqueológicos porventura não detectados nessa etapa de campo, que poderiam ser perceptíveis apenas com a exposição de superfícies mais extensas de solo ou encontrar-se enterrados.

Assim, visto que as operações necessárias à implantação da infra-estrutura projetada certamente

interferirão na matriz estratigráfica do terreno e que também poderão acarretar dano a eventual patrimônio cultural arqueológico envolvido, tal impacto se caracteriza como de natureza negativa, com prazo de ocorrência curto, irreversível, localizado, permanente, com grande probabilidade de ocorrência, de grande magnitude e de alta relevância.

Não obstante, trata-se de impacto possível de ser prevenido através da adoção de programa arqueológico específico (prospecções sistemáticas intensivas) a ser desenvolvido na ADA do empreendimento, no intuito de se identificar bens que possam estar em risco antes que sejam iniciadas as primeiras ações de implementação física do empreendimento (atividades de movimentação de terra, escavações, etc.). A execução desse programa também permitirá o planejamento de medidas de caráter mitigatório como o resgate arqueológico de sítios que venham a ser encontrados, acompanhados de ações de educação patrimonial e / ou de conservação de bens patrimoniais de interesse, a fim de que se possa conhecer e dar ciência sobre os patrimônios envolvidos e incorporar os novos saberes à Memória Nacional.

Dessa forma, diante dos aspectos supracitados, considerando-se ainda a Portaria IPHAN / MinC nº. 230, recomenda-se que o estudo de arqueologia preventiva permita o licenciamento ambiental prévio do empreendimento (LP), e que a Licença de Instalação (LI) fique condicionada à implantação do Programa de Prospecções Arqueológicas Sistemáticas Intensivas na ADA do empreendimento.

#### **4.9.12. Programa de prospecções arqueológicas sistemáticas intensivas**

É recomendada como ação preventiva, antes do início de qualquer atividade correlacionada à fase de instalação do empreendimento, a realização de uma campanha de prospecção arqueológica sistemática intensiva interventiva de superfície e de subsuperfície na ADA e atividades de registro e cadastramento dos bens de interesse na AID.

#### **Objetivos:**

- Prevenir danos ao Patrimônio Arqueológico regional, protegido pela Constituição Federal e pela Lei 3.924/61;
- Verificar todos os locais vulneráveis do ponto de vista arqueológico (pré-colonial e histórico), antes de qualquer intervenção na área diretamente afetada pelo empreendimento que possa pôr em risco os bens culturais porventura existentes nos locais indicados;
- Avaliar novos impactos não detectados na fase de diagnóstico, elaborar proposição de medidas de controle desses impactos e caso sejam identificados bens de interesse, recomendar ao empreendedor as medidas mais adequadas à preservação ou ao estudo desses sítios, através da adoção de programas arqueológicos específicos.

#### **Procedimentos Recomendados:**

- Caminhamento intensivo (tipo varredura) para verificação de ocorrências arqueológicas afloradas em superfície nas áreas definidas como ADA do empreendimento;
- Prospecções sistemáticas interventivas em subsuperfície (poços-teste) para averiguação da ocorrência de vestígios arqueológicos enterrados, através da implantação de uma malha ortogonal, cujas intervenções, não devem distar mais do que 50 m entre uma e outra, abrangendo, dessa forma, todos os terrenos caracterizados como ADA do empreendimento;
- Registro de todo e qualquer vestígio arqueológico porventura identificado nos trabalhos prospectivos;
- Curadoria e análise, em laboratório, de eventuais bens arqueológicos coletados;
- Síntese e interpretação dos dados obtidos;
- Elaboração de relatório técnico ao IPHAN, com os resultados das pesquisas e as recomendações no caso de terem sido identificados bens arqueológicos em risco.

O programa arqueológico deverá contar com a respectiva aprovação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, através da contratação de um arqueólogo responsável, o qual deverá elaborar e apresentar projeto a esse órgão, de acordo com as especificações contidas nas Portarias IPHAN nº 07/1988 e nº 230/2002, para obtenção da permissão / autorização de pesquisa.

Ainda, esse programa deverá ser desenvolvido pelo empreendedor e coordenado pelo arqueólogo devidamente autorizado pelo IPHAN, de acordo com o disposto na Portaria supracitada.



## 5. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

### 5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise dos impactos ambientais tem por objetivo identificar as causas (hipóteses) e consequências (impactos) decorrentes do empreendimento que se pretende instalar sobre os meios ambientais (físico, biótico e socioeconômico), considerando desde a fase de planejamento, implantação (obra), operação propriamente dita (recebimento e tratamento de resíduos) e encerramento. A identificação e subsequente avaliação dos impactos ambientais, quando bem conduzidas, permitem definir de forma eficiente medidas preventivas, mitigadoras ou mesmo compensatórias, nos casos em que não é possível mitigar os efeitos dos impactos negativos. Como tal, é uma ferramenta obrigatória para o licenciamento ambiental de empreendimentos com potencial de causar impactos significativos ao ambiente, pois se trata de uma ferramenta de gestão ambiental.

Medidas mitigadoras são as ações capazes de diminuir o impacto negativo, ou sua gravidade, não compensando danos. A medida de compensação por sua vez, é utilizada quando não é possível mitigar um impacto ambiental negativo decorrente do empreendimento.

A metodologia a ser aplicada enfatiza a análise dos efeitos do empreendimento sobre a qualidade ambiental, procurando obter valores qualitativos e inferências quantitativas dos efeitos do empreendimento sobre a sua área de influência, o que irá garantir uma avaliação dos impactos ambientais e não simplesmente sua identificação.

Dessa forma, a metodologia adotada para análise e sistematização dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento utilizou o modelo demonstrado abaixo. Nele, procurou-se definir as hipóteses, ou seja, a causa do impacto identificado, seguida da descrição objetiva da forma de ocorrência, fase e atividade geradora. Em seguida, mediante a definição

de alguns atributos, realizou-se a avaliação do impacto (matriz). Dentre os atributos utilizados para a classificação dos impactos estão: a sua Natureza (positivo e/ou negativo), Magnitude do Impacto (baixa, média e alta), Forma de incidência (direta ou indireta), Probabilidade de ocorrência (baixa, média ou alta), Prazo de ocorrência (curto, médio e longo prazo), Duração (temporário ou permanente), Reversibilidade (irreversível, reversível), Significância (baixa, média, alta), Possibilidade de Mitigação (Passível de mitigação e controle, não se aplica, não há), Fase de Ocorrência (planejamento, implantação, operação, encerramento) e Grau de Resolução (baixo, médio, alto).

### 5.2. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

#### 5.2.1 Meio Físico

##### 5.2.1.1. Recursos Hídricos

###### 5.2.1.1.1. Alteração da qualidade das águas superficiais

Devido ao porte e natureza do empreendimento preconizado, é esperada a movimentação de um grande volume de terra durante as fases de implantação e operação do empreendimento. A movimentação de terra gera particulados em suspensão que podem afetar a qualidade das águas superficiais por meio do aporte de sedimentos.

Serão adotadas medidas preventivas e corretivas vindas do programa de monitoramento de águas superficiais e dos planos de controle ambiental do canteiro de obras e recomposição vegetal.

###### 5.2.1.1.2. Alteração da qualidade das águas subterrâneas

Apesar dos avanços na tecnologia de impermeabilização de base, parte integrante do siste-

ma de proteção ambiental em aterros e outras atividades geradoras de poluição, o risco de contaminação tanto das subterrâneas dos corpos hídricos associados a empreendimentos dessa natureza é um dos impactos ambientais mais sérios e que exige intensa preocupação na sua prevenção. O eventual risco de contaminação tem origem por meio da geração de efluentes líquidos gerados na massa residual do aterro e na decomposição dos resíduos orgânicos na URV. Estes efluentes possuem alta carga poluidora e os riscos de contaminação se aplicam mais intensamente na fase de operação e encerramento, quando o aterro possui um grande volume de resíduos aterrados.

Na área de influencia direta do empreendimento (ADA) o diagnóstico do meio físico deixou evidente a inexistência de águas subterrâneas nas porções superiores do terreno, sendo estas encontradas em profundidades maiores. A profundidade do lençol freático, junto com outras características físicas do solo e do sistema de proteção ambiental (impermeabilização de base) praticamente anulam este eventual impacto. No entanto, dada sua importância, ele será considerado e avaliado. O plano de monitoramento de águas subterrâneas detectará este tipo de impacto, caso ocorra.

#### ***5.2.1.1.3. Alteração do regime de fluxo escoamento superficial devido a serviços de drenagem de corpos de água, serviços de escavação e remoção topográfica e impermeabilização das áreas de disposição de resíduos***

No período de implantação, as atividades de escavação do local de implantação do aterro envolverão a remoção da cobertura vegetal e dos horizontes superficiais dos solos, provocando alterações localizadas na geometria dos terrenos e implicações no regime e dinâmica de escoamento das águas superficiais, como aceleração represamento dispersão e concentração de fluxos, alterando a dinâmica superficial.

Durante a operação do aterro, o acúmulo de resíduos resultará em impactos deste tipo por ser constituído de empilhamento de células (camadas), cuja cota topográfica final se alterará em relação à cota topográfica atual do terreno natural. Esta alteração terá reflexos imediatos nos processos erosivos, particularmente àqueles associados ao escoamento superficial. A compactação na área do aterro pela cobertura final dos resíduos, somado à implantação de sistema de drenagem superficial poderá também, causar um aumento dos picos de cheia a jusante, pela redução da infiltração e aumento de velocidade no aporte e do volume de águas.

O impacto foi avaliado como sendo desprezível, pois o projeto não prevê mudanças no curso e da vazão atual das águas superficiais a jusante do empreendimento, e estará sob monitoramento no Programa de Monitoramento de Águas Superficiais.

#### **5.2.1.2. Qualidade do Ar**

##### ***5.2.1.2.1. Alteração da qualidade do ar devido à geração de material particulado em suspensão***

A qualidade do ar corre sério risco de sofrer danos em função de particulados em suspensão, principalmente nas fases de implantação e operação do empreendimento. Os problemas advindos desse impacto repousam sobre o possível aumento dos casos de incidência de doenças respiratórias e danos a vegetação devido à diminuição da taxa fotossintética em função do recobrimento das folhas de maior pilosidade. Este impacto será supervisionado no Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar.

##### ***5.2.1.2.2. Alteração da qualidade do ar devido à geração de gases com o tráfego de veículos pesados***

As atividades de implantação e operação do aterro são fontes potenciais de poluições do ar (e.g. particulados sólidos, gases, ruídos, vibrações).

Dentre elas pode-se destacar a emissão de gases provenientes dos escapamentos das máquinas e veículos utilizados para as obras e demais serviços. Este impacto será supervisionado pelo Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Manutenção de Máquinas e Equipamentos.

#### **5.2.1.2.3. Alteração da qualidade do ar devido a emissão e queima de gases oriundo da decomposição de matéria orgânica na massa residual**

A decomposição da matéria orgânica existente na massa de resíduos é uma fonte geradora de gases, que podem vir a contribuir para a queda da qualidade do ar. Está previsto no projeto conceitual a canalização e queima desses gases em equipamentos especiais cujo resultado final é a conversão de do metano ( $\text{CH}_4$ ) em  $\text{CO}_2$ . Este último é 21 vezes menos poluente em relação ao primeiro, e, portanto, trata-se de um impacto positivo. Seus efeitos estarão sob supervisão do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar

#### **5.2.1.2.4. Aumento do nível de ruído e vibrações**

Tecnicamente o som se propaga em forma de ondas esféricas provenientes de uma fonte pontual. Essa forma simples de representar a propagação do som pode ser alterado por duas situações: i) presença de obstáculos na trajetória, e, ii) heterogeneidade do meio de propagação.

O ouvido humano responde a uma larga faixa de intensidade acústica, desde o limiar da audição até o da dor. As frequências de maior audibilidade estão na faixa de 2000 a 5000 Hz. Durante a fase de implantação, e menos proeminente, mas ainda crítico, a operação de maquinários pesados contribuem para o aumento dos níveis de ruídos e vibrações que se propagam pelo ar, podendo vir a causar incômodos aos operadores do aterro e URV, população do entorno e fauna da região de abrangência.

O fluxo de veículos durante as atividades no aterro contribui para o aumento de ruídos e vibrações, conseqüentemente, possui influência sobre

o meio ambiente e sobre a qualidade de vida dos operadores e da vizinhança.

#### **5.2.1.2.5. Redução da taxa de aumento do efeito estufa em função da implantação do sistema de queima do gás e em função do seqüestro de $\text{CO}_2$ proveniente dos reflorestamentos**

O acúmulo de gases indutores do efeito estufa é um problema ambiental discutido mundialmente em função dos seus efeitos deletérios, como por exemplo, o aquecimento global. Neste contexto, qualquer medida que possua foco na diminuição da emissão de gases que induzem o efeito estufa possui um impacto significativo ao meio ambiente. O empreendimento proposto contribui para a redução das taxas de aumento do efeito estufa de duas formas: i) emprego de tecnologia - pela emissão de  $\text{CO}_2$  em substituição ao  $\text{CH}_4$ , este último 21 vezes mais poluente; ii) reflorestamento – no qual promove o seqüestro de  $\text{CO}_2$  da atmosfera por meio de sua fixação na biomassa vegetal.

O sistema de captação e queima de gases provenientes da decomposição da matéria orgânica na massa residual, através de queima controlada, é eficiente na liberação do gás carbônico em detrimento ao  $\text{CH}_4$ . Adicionalmente, o  $\text{CO}_2$  já existente na atmosfera, proveniente da queima de combustíveis fósseis, é passível de ser capturado e incorporado na biomassa vegetal pelo processo de fotossíntese. Dessa forma, o empreendimento contribuirá para a redução das taxas do efeito estufa dessas duas formas, uma vez que se preconiza a queima controlada dos gases provenientes da decomposição da matéria orgânica e aumento das áreas florestadas.

#### **5.2.1.2.6. Alteração na qualidade do ar devido ao encerramento das atividades e do tráfego de veículos no aterro**

Com o encerramento das atividades do aterro sanitário, conseqüentemente as máquinas e equi-



pamentos não funcionarão mais e todos os impactos negativos oriundos do empreendimento cessarão, melhorando a qualidade do ar.

### 5.2.1.3. Qualidade do Solo

#### *5.2.1.3.1. Contaminação do solo por hidrocarbonetos (óleos lubrificantes, graxas, etc.)*

Dada a necessidade de utilização de maquinário transporte pesado para o transporte e operação do aterro e URV, é necessária a execução de manutenções periódicas que previnam e diminuam o desgaste natural desse maquinário e contribui para a continuidade das operações. Durante as manutenções, é comum o derramamento de hidrocarbonetos diversos no solo, o que conduz a geração de áreas contaminadas dentro do empreendimento. Nesse sentido há a necessidade de planejamento da execução dessas atividades objetivando a não contaminação ou descontaminação futura dos solos porventura contaminados.

#### *5.2.1.3.2. Processos erosivos associados a obras de implantação e risco de alteração no comportamento geomecânico, de erosão e da estabilização das estruturas do aterro sanitário*

Em virtude das escavações e posterior geração de taludes e impermeabilização de base nas obras de instalação e operação do empreendimento, existe a possibilidade de geração de focos de erosão nos taludes e inundações devido a ação e acúmulo das águas pluviais. O aparecimento de focos de erosão é prejudicial ao empreendimento porque altera o comportamento geomecânico do aterro e estabilização de estruturas causando instabilidades, desmoronamentos e acidentes. Pode ainda, expor os resíduos aterrados, ou ainda, inundações nas cavas elevam a geração de efluentes líquidos e interferem no processo de decomposição pelo estabelecimento de ambientes hipóxicos ou anóxicos. Estes impactos estarão sob supervisão do Programa de Monitoramento Geotécnico.

## 5.2.2. MEIO BIÓTICO

### 5.2.2.1. Flora

#### *5.2.2.1.1. Supressão da cobertura vegetal exótica (gramíneas) do empreendimento e na área de empréstimo e bota fora*

A área de instalação do empreendimento bem como a de empréstimo e bota fora tem sua cobertura vegetal composta por gramíneas (capim colônia e outras gramíneas), na primeira área a vegetação será removida nas primeiras atividades de limpeza e preparo do terreno para o recebimento das obras de instalação. Em se tratando de não se constituir uma vegetação nativa, a hipótese de impacto relacionado à supressão de vegetação é praticamente nula. No entanto, há de se considerar que a cobertura vegetal existente funciona atualmente como habitat transitório para uma fauna incipiente que ocorre no local (ver Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico). Adicionalmente, a atual cobertura vegetal proporciona certo sequestro de CO<sub>2</sub> atmosférico e proteção ao solo.

#### *5.2.2.1.2. Redução da capacidade fotossintética da vegetação do entorno*

Conforme mencionado nos impactos incidentes sobre o meio físico, as atividades relacionadas à implantação e operação do aterro e URV são potencialmente geradoras de particulados em suspensão devido ao volume de terra movimentados durante as obras de terraplanagem, escavação e aterramento. Como consequência, pode vir a ocorrer a deposição desses particulados sobre a superfície foliar da vegetação nativa do entorno, ocasionando a redução da capacidade fotossintética e perda de vigor.

#### *5.2.2.1.3. Revegetação da área do aterro no encerramento das atividades de disposição de resíduos, revegetação e plantios de enriquecimento das APP's*

Após o encerramento das atividades de aterramento, é previsto a revegetação da área e o provi-

mento de um uso futuro compatível com as novas características locais. A revegetação da área do empreendimento irá se constituir como um impacto sinérgico e positivo ao conferir a restauração cênica da paisagem, aumento das áreas de habitat para a fauna e ao aumento da taxa de seqüestro de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Dessa forma este impacto se classifica como de natureza positiva, baixa magnitude, incidência direta, abrangência local, de longo prazo, irreversível de alta significância e alto grau de resolução.

A restauração da cobertura florestal nativa e os plantios de enriquecimentos, particularmente aqueles direcionados às áreas de preservação permanente (APP's), são ações previstas no escopo desse Estudo.

Propõem-se ainda reflorestar integralmente as Áreas de Preservação Permanente existente no entorno, assim como o máximo possível dentro dos limites da AII. As APP's mais proximamente relacionadas à área do empreendimento encontram-se parcialmente degradadas. Mesmo assim, existem características bióticas das formações florestais originais em remanescentes florestais próximos e bancos de sementes e de plântulas no solo. O objetivo é implantar um modelo de reflorestamento denominado plantio heterogêneo, de forma a completar o processo de regeneração natural, recompondo as APP's. De acordo com esse modelo proposto, as espécies utilizadas deverão ser nativas da região, de tal forma que se assemelhe o máximo possível à cobertura original, protegendo as margens dos rios contra assoreamento e protegendo as margens dos rios e fornecendo abrigo e alimentação à fauna. Este modelo ainda consiste no plantio de diferentes grupos ecológicos numa mesma área favorecendo a diversificação estrutural no ecossistema que surge. A proporção de 60% de espécies pioneiras, 16% de secundárias iniciais, 10% de secundárias tardias e 5% de climáticas é o recomendado.

Maiores detalhes estão descritos no Programa de Reflorestamento, também parte integrante desse estudo

#### **5.2.2.1.4. Restauração da cobertura vegetal**

A cobertura vegetal no local de instalação do empreendimento é composta por gramíneas (capim colônia e outras gramíneas). Essa cobertura vegetal será suprimida durante a implantação do aterro sanitário e em seu lugar prevê-se, após o encerramento das atividades, a revegetação de toda a área do empreendimento de acordo com o item anterior, sendo esta área destinada ao público para atividades de lazer.

#### **5.2.2.1.5. Construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento**

Quando do início das atividades será suprimida a vegetação (capim colônia e outras gramíneas) existente na área para composição de um cinturão verde em volta do empreendimento.

### **5.2.2.2. Fauna**

#### **5.2.2.2.1. Supressão de habitat**

A supressão da vegetação exótica da área de influência direta (ADA) tem como efeito a supressão de habitat para fauna, mesmo que estes habitat sejam transitórios. Este impacto é minimizado pela existência de vegetação nativa no entorno do empreendimento que garantirá a fauna habitat seguro e permanente para se abrigarem. Este impacto estará sob controle do Programa de Monitoramento da Fauna.

#### **5.2.2.2.2. Emigração da fauna devido a ruídos e vibrações**

Além dos humanos, a fauna do entorno imediato também é susceptível a percepção dos ruídos e vibrações provenientes das obras de instalação e operação do empreendimento, o que pode conduzir a fuga para locais menos perturbadores. No entanto, as características bióticas da paisagem do entorno já garantem habitats seguros e parcialmente distantes das fontes geradoras de ruídos e

vibrações. Este impacto estará sob controle do Programa de Monitoramento da Fauna.

#### **5.2.2.2.2. Aumento e diversificação de habitats**

As restaurações de áreas degradadas por meio do reflorestamento do entorno do empreendimento estão previstas como medidas mitigadoras e compensatórias do empreendimento. Desta forma, os remanescentes florestais do entorno sofrerão enriquecimento de espécies e de área plantada. Estas medidas irão garantir o aumento e diversificação de habitat para a fauna, assim como aumentar a capacidade de suporte destes habitat.

#### **5.2.2.2.3. Possibilidade de risco a saúde da fauna silvestre local**

Um aterro mal operado pode servir como foco de vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças passíveis de serem transmitidas a humanos e para a fauna local. A transmissão de doenças para a fauna, caso aconteça, pode resultar em decréscimos acentuados dos descritores da riqueza, diversidade e abundância da fauna regional. Desta forma, sua existência será avaliada pelo Programa de monitoramento da Fauna. Programas suplementares como o de Controle de vetores e reservatórios de doenças devem ser implementados.

### **5.2.3. MEIO SOCIOECONÔMICO**

#### **5.2.3.1. Vias Transitáveis**

##### **5.2.3.1.1. Alteração das vias de acesso da região**

De acordo com o Plano Diretor do município de Limeira, são previstas como medidas compensatórias, obras que visem melhorias nas vias de acesso ao local. No entanto, isto não contempla alterações no curso das vias, uma vez que o acesso do local já atende ao necessário para instalação e operação do empreendimento devido à existência do atual aterro no terreno em frente ao qual o empreendimento deverá ser instalado.

##### **5.2.3.1.2. Interferência no sistema viário devido ao aumento de fluxo de máquinas e equipamentos**

O fluxo de máquinas e equipamentos deverá ser aumentado para construção e execução do empreendimento preconizado. No entanto, considerando que o fluxo de veículos pesados já é existente nas vias de acesso devido à proximidade com o atual aterro, e, ainda, as medidas e campanhas para a redução da geração de resíduos no município, conclui-se que não haverá sobrecarga significativa na estrutura rodoviária existente.

#### **5.2.3.2. Emprego e Renda**

##### **5.2.3.2.1. Geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto a geração de vagas de empregos**

O conhecimento do processo de licenciamento do empreendimento pela população por meio do Plano de Comunicação Social leva a geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto à geração de vagas de empregos.

##### **5.2.3.2.2. Aumento do índice de postos de trabalhos para o município**

Haverá um aumento no índice de postos de trabalho da região durante o período das obras de instalação do empreendimento, bem como durante o período de operação, uma vez que para atender as necessidades de um empreendimento do porte e natureza aqui preconizada, faz-se necessário um corpo de funcionários que atenda à demanda das atividades a serem realizadas.

##### **5.2.3.2.3. Desvalorização imobiliária devido a implantação e tráfego de veículos em atividade no aterro**

A instalação de aterros sanitários acarreta na desvalorização dos imóveis da imediação, uma vez que a atividade do empreendimento não possui boa conotação associada a ela. Considera-se, no





entanto, que não se comprova o efeito deste tipo de impacto sobre o valor das áreas de entorno do empreendimento, ou se ocorrer este será mínimo, em função do parcelamento e uso do solo atribuído à região (estritamente industrial), ou seja, compatível com o nível de incômodo presente. Além disso, a imediação já se encontra neste aspecto impactada pela presença do atual aterro.

#### **5.2.3.2.4. Desmobilização de mão de obra devido ao encerramento das atividades no empreendimento**

Ao término da vida útil do novo empreendimento, quando se encerrarem as obras de instalação, finalizado seu período de operação e fechamento se concluírem, ocorrerá a desmobilização da mão-de-obra excedente contratada para a realização dos serviços.

#### **5.2.3.2.5. Influência no desenvolvimento sócio econômico municipal**

O empreendimento, desde o seu planejamento até o encerramento de suas atividades irá gerar nova fonte de impostos para o município bem como novos postos de trabalhos para a população local, melhorando assim índices econômicos e de empregabilidade da região. Estes impactos aliam-se sinergeticamente aos impactos positivos advindos de um local adequado para a disposição final de resíduos no município sob ponto de vista ambiental e sanitário.

#### **5.2.3.2.6. Aumento da arrecadação tributária no município**

A arrecadação tributária do município deverá ser beneficiada como resultado das atividades comerciais concernentes à operação do empreendimento, às operações de contratação de serviços e prestadoras, e à prevenção do sobre-custo de transporte e aterramento em aterros particulares, caso esse não se viabilize (ver item Justificativa Econômica).

### **5.2.3.3. Setor Imobiliário**

#### **5.2.3.3.1. Desvalorização imobiliária devido a implantação do empreendimento**

Um impacto ambiental muito acentuado em empreendimentos deste porte e natureza condiz com a possibilidade de desvalorização imobiliária devido a presença do empreendimento. No entanto, no município de Limeira este impacto é mínimo devido à vocação do local para empreendimentos desta natureza, comprovada pela existência do atual aterro em funcionamento numa gleba adjacente ao local preconizado para a implantação deste. Estes locais são legalmente adaptados para receberem empreendimentos desta natureza conforme o Plano Diretor Municipal.

#### **5.2.3.3.2. Possibilidade de desvalorização imobiliária devido ao tráfego de veículos em atividades no empreendimento**

Conforme exposto no tópico anterior, outra especulação advinda do empreendimento reside na desvalorização imobiliária em função da presença do empreendimento. Adicionalmente à natureza de suas operações, as especulações encontram embasamento no tráfego de veículos que virão a suprir as demandas do empreendimento.

De forma semelhante ao tópico anterior, este impacto deverá ser mínimo em função da existência de um empreendimento de mesma natureza no local. Como não é previsto aumento da frota de veículos porque o empreendimento, igual ao anterior e em funcionamento, atenderá apenas ao município, cuja frota já é consolidada.

### **5.2.3.4. Cultura**

#### **5.2.3.4.1. Alteração ou perda de patrimônio histórico**

O diagnóstico Arqueológico detectou sítios significativos quanto ao valor histórico nas áreas de



influência do empreendimento. Desta forma, os eventuais impactos decorrentes das atividades de escavação serão mitigados pelo Plano de Resgate ao Patrimônio Arqueológico e Cultural que deverão ser conduzidos simultaneamente as obras de escavação do terreno.

#### **5.2.3.5. Saúde**

##### **5.2.3.5.1. Melhoria das condições de saneamento ambiental**

A intervenção específica em saneamento ambiental deverá ser baseada na difusão de informações sobre saneamento, saúde e sobre instrumentos e técnicas para a melhoria das condições higiênico-sanitárias no domicílio e na comunidade; além de buscar facilitar a compreensão da população sobre práticas e mecanismos que degradam o ambiente e incentivar a adoção de hábitos e práticas benéficas a proteção, conservação e recuperação das condições sanitárias e ambientais locais e a promoção da saúde. Objetiva-se também, quanto ao saneamento ambiental, auxiliar tecnicamente as instituições responsáveis pelos serviços de saneamento, no desenvolvimento de soluções.

##### **5.2.3.5.2. Aumento do distúrbio do aparelho respiratório**

A emissão de gases e materiais particulados resultantes das atividades de instalação e operação do aterro pode constituir-se num potencial de gerar distúrbios ao aparelho respiratório da população, principalmente dos funcionários e moradores das imediações, podendo gerar doenças ligadas a este aparelho.

##### **5.2.3.5.3. Aumento da demanda de serviços sociais básicos e risco de impacto na saúde ocupacional**

Com o aumento na demanda por mão-de-obra no local, haverá na região, conseqüentemente, um aumento na demanda de serviços sociais básicos,

como infra-estrutura urbano-social, saúde, habitação, educação, etc.

Quanto a saúde ocupacional os riscos ergonômicos existem em qualquer ambiente de trabalho, principalmente quando há ocorrência de movimentação tanto por parte dos funcionários quanto dos materiais. Este impacto reflete-se no já anteriormente descrito aumento da demanda de serviços sociais básicos do município.

##### **5.2.3.5.4. Risco do pedestre associado ao tráfego de veículos pesados nas vias de acesso ao empreendimento**

Aliada à questão do aumento de tráfego de veículos, aumenta-se também as possibilidades de ocorrerem acidentes com pedestres. De forma similar ao que foi dito em relação ao tráfego de veículos, pode-se dizer em relação ao risco de acidentes relacionado a atropelamentos nas vias de acesso. Em função da existência de um empreendimento da mesma natureza no local, da não estimativa de aumento do trânsito, pode-se inferir que os riscos de acidentes com pedestres não aumentarão em relação aos riscos atuais.

##### **5.2.3.5.5. Incômodo a população devido a odores gerados no aterro**

Durante as fases de operação e pós-ativação do aterro o processo de degradação anaeróbia dos resíduos gera gases que se não forem tratados adequadamente poderão se disseminar pela região sob influência do empreendimento e provocar incômodos à população vizinha como também acentuar a emissão de gases do efeito estufa. Os principais gases produzidos por microrganismos presentes no interior do maciço sob condições anaeróbias são: Metano (CH<sub>4</sub>) e o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). Estes impactos deverão ser mitigados por meio da construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento e por processos operacionais de bom aterramento e tratamento das emissões atmosféricas.

#### **5.2.3.5.6. Riscos a população devido a geração e proliferação de vetores**

O ambiente de deposição de resíduos é favorável à proliferação de vetores de natureza diversa como moscas, mosquitos, pernilongos, ratos, baratas, escorpiões, cães e gatos, aves, entre outros, os quais encontram grande quantidade de abrigo e alimento no local.

#### **5.2.3.6. Paisagístico**

##### **5.2.3.6.1. Alteração paisagística na área do empreendimento devido a terraplanagem e alteamento das camadas de células de resíduos**

No local de implantação do empreendimento a cobertura vegetal (capim colônia e outras gramíneas) será substituída por células preenchidas por resíduos, o que irá alterar completamente o aspecto paisagístico do local. Há de se ressaltar que o local destinado a implantação do empreendimento trata-se de uma gleba ocupada por gramíneas e vegetação exótica que não agrega muito valor a paisagem regional. Após o encerramento das atividades de aterramento é contemplado a revegetação do local e a destinação da área para outro uso que não a destinação de resíduos. Nesta etapa, o projeto de revegetação deverá agregar valores cênicos a nova paisagem formada de forma que ocorra a reinserção do empreendimento a paisagem regional.

### **5.3. CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Apresentamos a seguir a matriz com as respectivas classificações dos impactos ambientais ora previstos de ocorrer em decorrência do empreendimento. A decisão de classificar os impactos somente na matriz baseou-se preponderantemente na duplicidade de informações que ocorreria caso os impactos fossem apresentados na forma de texto e matriz.

A classificação dos impactos ambientais considerou as áreas de influência do empreendimento,

o meio receptor (físico, biótico e socioeconômico) subdividido em temas por meio como recursos hídricos, solo, flora, fauna, vias transitáveis e etc, além de atributos para a classificação em si destes impactos. Dentre os atributos utilizados para a classificação dos impactos estão: a sua Natureza (positivo e/ou negativo), Magnitude do Impacto (baixa, média e alta), Forma de incidência (direta ou indireta), Probabilidade de ocorrência (baixa, média ou alta), Prazo de ocorrência (curto, médio e longo prazo), Duração (temporário ou permanente), Reversibilidade (irreversível, reversível), Significância (baixa, média, alta), Possibilidade de Mitigação (Passível de mitigação e controle, não se aplica, não há), Fase de Ocorrência (planejamento, implantação, operação, encerramento) e Grau de Resolução (baixo, médio, alto).





MEIO	TEMA	IMPACTOS	ÁREA DE INFLUÊNCIA	NATUREZA	INCIDÊNCIA	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	DURAÇÃO
Físico	Recursos Hídricos	Alteração da qualidade das águas superficiais	AID	negativo	indireta	baixa	temporário
		Alteração da qualidade das águas subterrâneas	All, AID e ADA	negativo	direta	baixa	temporário
		Alteração do regime de fluxo escoamento superficial devido a serviços de drenagem de corpos de água, serviços de escavação e remoção topográfica e impermeabilização das áreas de disposição de resíduos	ADA	negativo	direta	média	temporário
	Ar	Alteração da qualidade do ar devido a geração de material particulado em suspensão	AID e ADA	negativo	direta	alta	temporário
		Alteração da qualidade do ar devido a geração e emissão de gases com o tráfego de veículos pesados	AID e ADA	negativo	direta	alta	temporário
		Alteração da qualidade do ar devido à emissão e queima de gases oriundos da massa residual	AID e ADA	positivo	direta	alta	temporário
		Aumento do nível de ruído e vibrações	AID e ADA	negativo	direta	alta	temporário
	Solo	Redução da taxa de aumento do efeito estufa em função da implantação do sistema de queima do gás e em função do sequestro de CO2 proveniente dos reflorestamentos	All, AID e ADA	positivo	direta	alta	temporário
		Alteração da qualidade do ar devido ao encerramento das atividades no aterro	All, AID e ADA	negativo	direta	média	temporário
		Contaminação do solo por hidrocarbonetos (óleos lubrificantes, graxas, etc.)	ADA	negativo	direta	baixa	temporário
Biótico	Solo	Processos erosivos associados a obras de implantação e risco de alteração no comportamento geomecânico, de erosão e da estabilização das estruturas do aterro sanitário	ADA	negativo	direta	alta	temporário
		Supressão da cobertura vegetal exótica (gramíneas) do empreendimento e na área de empréstimo e bota fora	ADA	negativo	direta	alta	temporário
		Redução da capacidade fotossintética da vegetação do entorno	AID e ADA	negativo	indireta	media	temporário
	Flora	Revegetação da área do aterro no encerramento das atividades de disposição de resíduos, revegetação e plantios de enriquecimento das APP's	All, AID e ADA	positivo	direta	alta	permanente
		Construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento	ADA	positivo	direta	alta	permanente
		Supressão de habitats	AID e ADA	negativo	indireta	média	temporário
	Fauna	Emigração da fauna devido a ruídos e vibrações	AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
		Aumento e diversificação de habitats	AID e ADA	positivo	direta	alta	permanente
		Possibilidade de risco a saúde da fauna silvestre local	AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
	Socioeconômico	Vias Transi-táveis	Alteração das vias de acesso da região	AID e ADA	positivo	direta	alta
Interferência no sistema viário devido ao aumento de fluxo de máquinas e equipamentos			AID e ADA	negativo	direta	baixa	temporário
Emprego e Renda		Geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto a geração de vagas de empregos	All, AID e ADA	positivo	direta	alta	temporário
		Aumento do índice de postos de trabalhos para o município	All, AID e ADA	positivo	direta	alta	temporário
		Desvalorização imobiliária devido a implantação e tráfego de veículos em atividade no aterro	AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
Setor Imobi-liário		Desmobilização de mão de obra devido ao encerramento das atividades no empreendimento	ADA	negativo	direta	alta	permanente
		Influência no desenvolvimento sócio econômico municipal	All, AID e ADA	positivo	indireta	alta	permanente
		Aumento da arrecadação tributária no município	All, AID e ADA	positivo	indireta	alta	permanente
Cultura		Desvalorização imobiliária devido a implantação do empreendimento	ADA e AID	negativo	indireta	baixa	temporário
		Possibilidade de desvalorização imobiliária devido ao tráfego de veículos em atividades no empreendimento	ADA e AID	negativo	indireta	baixa	temporário
	Alteração ou perda de patrimônio histórico	ADA	negativo	direta	baixa	permanente	
Saúde	Saúde	Melhoria das condições de saneamento ambiental	All, AID e ADA	positivo	direta	alta	permanente
		Aumento do distúrbio do aparelho respiratório	AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
		Aumento da demanda de serviços sociais básicos e risco de impacto na saúde ocupacional	All, AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
	Saúde	Risco do pedestre associado ao tráfego de veículos pesados nas vias de acesso ao empreendimento	AID e ADA	negativo	direta	baixa	temporário
		Incômodo a população devido a odores gerados no aterro	AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
Paisagístico	Paisagístico	Riscos a população devido a geração e proliferação de vetores	AID e ADA	negativo	indireta	baixa	temporário
		Alteração paisagística na área do empreendimento devido a terraplanagem e alteamento das camadas de células de resíduos	ADA	positivo	indireta	alta	permanente



# Fecuma

Fundação Educacional e Cultural do Meio Ambiente "Elvira Guarda Mascaram"

MEIO	TEMA	REVERSI- BILIDADE	PRAZO OCORRÊNCIA	SIGNIFI- CÂNCIA	POSSIBILIDADE DE MITIGAÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	GRAU DE RESOLUÇÃO	PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL
Físico	Recursos Hídricos	reversível	longo prazo	alta	Passível de mitigação e controle	Implantação, operação, encerramento	alto	Plano de monitoramento das águas superficiais e superficiais
		reversível	longo prazo	alta	Passível de mitigação e controle	Implantação, operação, encerramento	baixo	Plano de monitoramento das águas subterrâneas
		reversível	longo prazo	média	Passível de mitigação e controle	Implantação, operação, encerramento	alto	Plano de monitoramento das águas superficiais
	Ar	reversível	longo prazo	média	Passível de mitigação e controle	Implantação e Operação	médio	Plano de monitoramento da qualidade do ar/Plano de controle ambiental do canteiro de obras
Físico	Ar	reversível	longo prazo	média	Passível de mitigação e controle	Implantação e Operação	alto	Programa de Monitoramento do Ar/Programa de manutenção de Máquinas
		reversível	longo prazo	alta	Passível de mitigação e controle	Operação e Encerramento	alto	Plano de monitoramento da qualidade do ar
		reversível	longo prazo	baixa	Passível de mitigação e controle	Implantação e Operação	alto	Plano de monitoramento da qualidade do ar
		reversível	longo prazo	alta	Passível de mitigação e controle	Operação	alto	Plano de monitoramento da qualidade do ar
Físico	Solo	reversível	médio prazo	baixa	Passível de mitigação e controle	Encerramento	médio	Plano de monitoramento da qualidade do ar
		reversível	médio prazo	baixa	Passível de mitigação e controle	Implantação e Operação	alto	Plano de manutenção de máquinas e equipamentos
		reversível	longo prazo	alta	Passível de mitigação e controle	Implantação e Operação	alto	Plano de monitoramento geotécnico do maciço/plano de contingência e emergência para o empreendimento
		reversível	longo prazo	baixa	Passível de mitigação e controle	Implantação, operação, encerramento	alta	Plano de encerramento e Projeto de Reflorestamento enriquecimento florestal em APP existente no entorno imediato
Biótico	Flora	reversível	longo prazo	baixa	Passível de mitigação e controle	Implantação e Encerramento	alta	Plano de controle ambiental de obras
		reversível	médio prazo	alta	Plano de controle e compensação ambiental	Instalação e Operação	alto	Plano de compensação/plano de recomposição vegetal
		irreversível	longo prazo	alta	não se aplica	Todas	alto	Plano de compensação/plano de recomposição vegetal
		irreversível	médio e longo prazo	alta	não se aplica	Todas	alto	Plano de compensação ambiental/Plano de controle ambiental do canteiro de obras/Programa de Educação Ambiental/Programa de recomposição vegetal
Biótico	Fauna	reversível	curto prazo	alta	Plano de controle e compensação ambiental	Todas	alto	Plano de compensação ambiental/plano de controle ambiental do canteiro de obras
		reversível	longo prazo	alta	Passível de mitigação e controle	Implantação e Operação	alto	Plano de recomposição vegetal/Programa de monitoramento da fauna
		irreversível	longo prazo	alta	não se aplica	Todas	alto	Projeto de Reflorestamento enriquecimento florestal em APP existente no entorno imediato
		reversível	longo prazo	alta	Passível de Mitigação	Operação e Encerramento	Alto	Programa de Controle de Reservatórios de Doenças
Socioeconômico	Vias Transi- táveis	irreversível	longo prazo	alta	não se aplica	Todas	alto	Plano Ambiental de Obras
	Emprego e Renda	reversível	longo prazo	alta	Passível de Mitigação	Implantação e Operação	Alto	Plano Ambiental de Obras
		reversível	longo prazo	alta	não se aplica	Implantação e Operação	alto	Plano de Comunicação Social
		reversível	longo prazo	alta	não se aplica	Implantação e Operação	alto	Plano de Comunicação Social
Socioeconômico	Setor Imo- biliário	reversível	longo prazo	alta	não se aplica	Todas	baixo	Plano de Comunicação Social
		irreversível	longo prazo	média	Passível de Mitigação	Encerramento	médio	Plano de Comunicação Social
		irreversível	longo prazo	alta	não se aplica	Implantação e Operação	alta	Plano de Comunicação Social
		reversível	longo prazo	alta	não se aplica	Implantação e Operação	alta	Plano de Comunicação Social
Socioeconômico	Cultura	reversível	médio prazo	média	Passível de Mitigação	Todas	alta	Plano de Comunicação Social
		irreversível	curto prazo	média	Passível de Mitigação	Implantação	alta	Plano de Comunicação Social
		irreversível	longo prazo	alta	não se aplica	Implantação	alta	Plano de Resgate do Patrimônio Arqueológico e Natural
		reversível	longo prazo	alta	Passível de Mitigação	Implantação e Operação	alta	Plano de controle ambiental de obras
Socioeconômico	Saúde	reversível	longo prazo	média	Passível de Mitigação	Todas	alta	Plano de controle ambiental de obras
		reversível	longo prazo	alta	Passível de Mitigação	Implantação e Operação	médio	Plano de controle ambiental de obras
		reversível	longo prazo	média	Passível de Mitigação	Operação	médio	Plano de monitoramento da qualidade do ar
	Paisagístico	irreversível	longo prazo	média	Passível de Mitigação	Encerramento	médio	Programa de Controle de Reservatórios de Doenças
								Programa de Encerramento

## 6. MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PLANOS DE MONITORAMENTO

### 6.1. MEDIDAS MITIGADORAS, POTENCIALIZADORAS OU COMPENSATÓRIAS

#### 6.1.1. Meio Físico

##### 6.1.1.1. Recursos Hídricos

###### 6.1.1.1.1. *Alteração da qualidade das águas superficiais*

Para mitigar tal impacto, apesar de mínimo uma vez que os corpos hídricos encontram-se a distâncias consideráveis da área de implantação do empreendimento, faz referencia ao molhamento da gleba durante as escavações e operações que envolvam a movimentação de um volume grande de terra, principalmente em épocas de seca mais intensa. Outras medidas sinérgicas dizem respeito à disposição de grandes volumes de terra, tanto provenientes da escavação quanto aquelas que serão usadas no aterramento, em locais seguros e que impossibilitem seu carreamento para os corpos hídricos, além do ordenamento do fluxo de águas pluviais de forma que, este, permaneça dentro do canteiro de obras. Por fim, a construção da barreira vegetal perimetral ao empreendimento reduzirá a força dos ventos e a condução de particulados para áreas distantes.

Estas medidas preventivas e corretivas terão origem no Programa de Monitoramento de Águas Superficiais e dos Planos de Controle Ambiental do Canteiro de Obras e Recomposição Vegetal.

###### 6.1.1.1.2. *Alteração da qualidade das águas subterrâneas*

Os impactos supracitados anteriormente são passíveis de mitigação por meio de sistemas de proteção ambiental e medidas construtivas, preventivas e corretivas do aterro e da URV. Podem-

se citar a implantação de sistemas de impermeabilização por mantas de PEAD acrescidas de liner mineral, cobertura das células de resíduos, sistemas de drenagem de águas pluviais, sistema de captação e tratamento de chorume, construção de fossas sépticas, seguidas de monitoramento das águas por meio da instalação de instrumentos de imediata detecção de uma eventual contaminação.

O plano de monitoramento de águas subterrâneas detectará este tipo de impacto, caso ocorra.

###### 6.1.1.1.3. *Alteração do regime de fluxo escoamento superficial devido a serviços de drenagem de corpos de água, serviços de escavação e alteração topográfica e impermeabilização das áreas de disposição de resíduos.*

A mitigação desses impactos é possível por meio da ordenação do fluxo de águas superficiais e controle de inundações dentro do canteiro de obras em épocas de chuvas intensas pelo bombeamento da água excedente para locais apropriados. Estas medidas preventivas e corretivas terão origem no Programa de Monitoramento de Águas Superficiais e dos Planos de Controle Ambiental do Canteiro de Obras.

##### 6.1.1.2. Qualidade do Ar

###### 6.1.1.2.1. *Alteração da qualidade do ar devido à geração de material particulado em suspensão*

A mitigação desse impacto recai obrigatoriamente pelo molhamento do solo à época de escavação e de rotina operacional de aterramento. Como medida adicional, deverá ser acrescido o plantio do cinturão verde perimetral ao empreendimento, no qual exercerá, além da função de isolamento visual, a função de quebra-vento, diminuindo o raio de alcance dos sedimentos



dissipados pelo ar. É digno de notificação que o cinturão verde também mitiga o impacto visual do empreendimento além de diminuir o raio de alcance de odores e gases dissipados a partir do empreendimento.

Este impacto será supervisionado no Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar.

#### **6.1.1.2.2. Alteração da qualidade do ar devido à geração de gases com o tráfego de veículos pesados**

Para a mitigação deste impacto, são necessárias as medidas relativas a manutenção de máquinas e equipamentos, para que estes, funcionem emitindo gases dentro dos padrões permitidos pelo órgão ambiental.

Este impacto será supervisionado pelo Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Manutenção de Máquinas e Equipamentos.

#### **6.1.1.2.3. Alteração da qualidade do ar devido a emissão e queima de gases oriundo da decomposição de matéria orgânica na massa residual**

A mitigação desse impacto não se aplica. Neste ponto cabe ressaltar que uma possível medida potencializadora deste impacto é a manutenção dos equipamentos de queima controlada em perfeito funcionamento. Isso é possível através do programa de monitoramento da qualidade do ar e manutenção periódica de equipamentos para que se detecte e conserte o equipamento tão logo se perceba a ocorrência de vazamentos.

Seus efeitos estarão sob supervisão do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar.

#### **6.1.1.2.4. Aumento do nível de ruído e vibrações**

A mitigação desse impacto é possível através da adoção de equipamentos de segurança individual por parte dos operadores do aterro. O isolamento da área por meio do cinturão verde e a manutenção de máquinas e equipamentos tam-

bém são medidas que certamente contribuirão para mitigar esse impacto. O controle de tráfego de veículos leves durante os horários de pico de operação também pode vir a contribuir para a mitigação desse impacto. Neste caso os planos envolvidos são: plano de monitoramento da qualidade do ar, controle ambiental do canteiro de obras e o plano de manutenção de máquinas e equipamentos.

#### **6.1.1.2.5. Redução da taxa de aumento do efeito estufa em função da implantação do sistema de queima do gás e em função do sequestro de CO<sub>2</sub> proveniente dos reflorestamentos**

Possíveis medidas potencializadoras deste impacto diz respeito ao plantio heterogêneo nas áreas de restauração florestal no entorno, com a utilização de espécies tanto dos estágios iniciais quanto dos estágios finais de sucessão. As espécies iniciais (pioneiras e secundárias iniciais) são reconhecidas pelo seu crescimento rápido, o que as condicionam como boas sequestradoras de CO<sub>2</sub> em curto e médio prazos. No entanto seu ciclo de vida é relativamente curto e elas tendem a deixar o sistema rapidamente. Ao contrário destas, as espécies tardias (secundárias tardias e clímax) crescem lentamente, mas conseguem incorporar maiores quantidades de CO<sub>2</sub> pela lignificação das paredes celulares e persistem no ambiente por períodos muito longos. Portanto, a combinação destes grupos sucessionais garantiria o sequestro de CO<sub>2</sub> ao mesmo tempo em que proporcionariam alta diversidade de espécies, diversidade genética e diversidade funcional, que se traduzem em sustentabilidade para a própria flora e fauna.

#### **6.1.1.2.6. Alteração na qualidade do ar devido ao encerramento das atividades e do tráfego de veículos no aterro**

Com o encerramento das atividades do aterro sanitário, consequentemente as máquinas e

equipamentos não funcionarão mais e todos os impactos negativos oriundos do empreendimento cessarão, melhorando a qualidade do ar. Neste caso medidas mitigadoras não se aplicam.

### 6.1.1.3. Qualidade do Solo

#### 6.1.1.3.1. Contaminação do solo por hidrocarbonetos (óleos lubrificantes, graxas, etc.)

As medidas que visam mitigar esse impacto diz respeito à impermeabilização do solo das oficinas e locais de manutenção, dando preferência a centralização de uma oficina única. Adicionalmente, é recomendado o treinamento das pessoas responsáveis pela condução das manutenções no sentido de adotar práticas preventivas à contaminação. No caso de manutenções fora da oficina é desejável a proteção do solo com forramento prévio ao início das atividades de manutenção.

#### 6.1.1.3.2. Processos erosivos associados a obras de implantação e risco de alteração no comportamento geomecânico, de erosão e da estabilização das estruturas do aterro sanitário

As medidas mitigadoras associadas à probabilidade de ocorrência desses impactos é a implantação de proteção constante dos taludes naturais das células de resíduos com o plantio de grama que, além de evitar eventuais erosões, proporciona um aspecto paisagístico mais agradável, além de evitar qualquer exposição de resíduos. Associado a isso, a implantação e manutenção periódica do sistema de drenagem de águas pluviais previstos nessas áreas promoverão o encaminhamento das vazões pluviais incidentes de forma controlada por meio dos elementos hidráulicos.

Estes impactos estarão sob supervisão do Programa de Monitoramento Geotécnico e Monitoramento de Águas Superficiais.

## 6.1.2. Meio Biótico

### 6.1.2.1. Flora

#### 6.1.2.1.1. Supressão da cobertura vegetal exótica (gramíneas) do empreendimento e na área de empréstimo e bota fora

As medidas que virão a mitigar esse impacto referem-se a todas as ações de plantios na circunvizinhança e na área do empreendimento, como o plantio do cinturão verde, projeto paisagístico, cobertura dos taludes e recuperação florestal das APP's, nas quais promoverão uma melhora acentuada no aspecto paisagístico, fornecerão novos habitat a fauna e garantirão a continuidade do sequestro de CO<sub>2</sub>.

#### 6.1.2.1.2. Redução da capacidade fotossintética da vegetação do entorno

As medidas mitigadoras recaem sobre as mesmas atividades previstas para a mitigação de particulados em suspensão no ar, quais sejam: i) umidificação do solo do canteiro de obras nos períodos de seca mais intensa. Esta medida deverá ser reduzida drasticamente nos períodos de chuva em função da elevação natural dos teores de umidade relativa do ar e solo; ii) plantio do cinturão verde, no qual exercerá, além da função de isolamento visual, a função de quebra-vento, diminuindo o raio de alcance dos sedimentos dissipados pelo ar. A seleção de espécies passíveis de serem utilizadas nos reflorestamentos do entorno imediato também asseguram a mitigação desse impacto. A seleção deve contemplar espécies com folhas glabras (lisas), ou seja, com pouca ou nenhuma pilosidade. Dessa forma, o acúmulo de sedimentos é bastante minimizado.

#### 6.1.2.1.3. Revegetação da área do aterro no encerramento das atividades de disposição de resíduos, revegetação e plantios de enriquecimento das APP's

Após o encerramento das atividades de aterramento, é previsto a revegetação da área e o provi-

mento de um uso futuro compatível com as novas características locais. A revegetação da área do empreendimento irá se constituir como um impacto sinérgico e positivo ao conferir a restauração cênica da paisagem, aumento das áreas de habitat para a fauna e ao aumento da taxa de seqüestro de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Dessa forma este impacto se classifica como de natureza positiva, baixa magnitude, incidência direta, abrangência local, de longo prazo, irreversível de alta significância e alto grau de resolução.

A restauração da cobertura florestal nativa e os plantios de enriquecimentos, particularmente aqueles direcionados às áreas de preservação permanente (APP's), são ações previstas no escopo desse Estudo.

Propõem-se ainda reflorestar integralmente as Áreas de Preservação Permanente existente no entorno, assim como o máximo possível dentro dos limites da AII. As APP's mais proximamente relacionadas à área do empreendimento encontram-se parcialmente degradadas. Mesmo assim, existem características bióticas das formações florestais originais em remanescentes florestais próximos e bancos de sementes e de plântulas no solo. O objetivo é implantar um modelo de reflorestamento denominado plantio heterogêneo, de forma a completar o processo de regeneração natural, recompondo as APP's. De acordo com esse modelo proposto, as espécies utilizadas deverão ser nativas da região, de tal forma que se assemelhe o máximo possível à cobertura original, protegendo as margens dos rios contra assoreamento e protegendo as margens dos rios e fornecendo abrigo e alimentação à fauna. Este modelo ainda consiste no plantio de diferentes grupos ecológicos numa mesma área favorecendo a diversificação estrutural no ecossistema que surge. A proporção de 60% de espécies pioneiras, 16% de secundárias iniciais, 10% de secundárias tardias e 5% de climáticas é o recomendado. Maiores detalhes estão descritos no Programa de Reflorestamento, também parte integrante desse estudo.

#### **6.1.2.1.4. Restauração da cobertura vegetal**

A cobertura vegetal no local de instalação do empreendimento é composta por gramíneas (ca-

pim colônio e outras gramíneas). Essa cobertura vegetal será suprimida durante a implantação do aterro sanitário e em seu lugar prevê-se, após o encerramento das atividades, a revegetação de toda a área do empreendimento de acordo com o item anterior, sendo esta área destinada ao público para atividades de lazer.

Em virtude da existência de impedimentos ao plantio de espécies lenhosas de raízes profundas em áreas de aterro, o plantio dessas espécies fica condicionado ao entorno do empreendimento. O plantio de espécies lenhosas se qualifica como medida potencializadora ao passo que exerce a função de prover locais de pouso, descanso e nidificação à fauna alada, forma uma zona de amortecimento (buffer) entre as florestas vizinhas e a área aberta do empreendimento, reincorpora a área à paisagem natural e promove uma alta taxa de seqüestro de CO<sub>2</sub> passível de ser incorporado no material lenhoso desses vegetais.

Apesar de apresentar um porte menos expressivo, as espécies herbáceas e arbustivas mais propensas ao plantio nas células finalizadas também auxiliarão na potencialização dessa medida.

#### **6.1.2.1.5. Construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento**

A construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento é de suma importância porque é transversal a vários impactos ambientais. Tal barreira vegetal ajuda a mitigar impactos visuais e paisagísticos, funciona como barreira vegetal mitigando o a dissipação de particulados em suspensão no ar, gases e ruídos.

#### **6.1.2.2. Fauna**

##### **6.1.2.2.1. Supressão de habitat**

As medidas mitigadoras que vão de encontro a este impacto diz respeito aos reflorestamentos programados para acontecerem no entorno do empreendimento. O aumento e diversificação de



habitat vem a garantir o mesmo para as espécies que utilizam a matriz de gramíneas como refúgio temporário na ADA.

Este impacto estará sob controle do Programa de Monitoramento da Fauna.

#### **6.1.2.2.2. Emigração da fauna devido a ruídos e vibrações**

Além dos humanos, a fauna do entorno imediato também é susceptível a percepção dos ruídos e vibrações provenientes das obras de instalação e operação do empreendimento, o que pode conduzir a fuga para locais menos perturbadores. No entanto, as características bióticas da paisagem do entorno já garantem habitats seguros e parcialmente distantes das fontes geradoras de ruídos e vibrações. No entanto, conforme relatado no tópico anterior, as medidas mitigadoras relativas aos reflorestamentos programados para acontecerem no entorno do empreendimento mitigarão este impacto ao promover o aumento e diversificação de habitat para a fauna. Este impacto estará sob controle do Programa de Monitoramento da Fauna.

#### **6.1.2.2.3. Aumento e diversificação de habitats**

As restaurações de áreas degradadas por meio do reflorestamento do entorno do empreendimento, já mencionadas nos tópicos anteriores, estão previstas como medidas mitigadoras e compensatórias do empreendimento. Desta forma, os remanescentes florestais do entorno sofrerão enriquecimento de espécies e de aumento de área plantada passível de exploração pela fauna. Estas medidas irão garantir o aumento e diversificação de habitat para a fauna, assim como aumentar a capacidade de suporte destes habitat.

#### **6.1.2.2.4. Possibilidade de risco a saúde da fauna silvestre local**

As medidas que virão a mitigar tal impacto terá origem num plano, a ser elaborado futura-

mente, que terá o objetivo primordial de avaliar a existência e controlar os reservatórios de doenças que porventura surgirão no empreendimento. Estas ações serão avaliadas pelos Programas de monitoramento da fauna, de controle de reservatórios de doenças (não previsto nesta fase do licenciamento) e de educação ambiental.

### **6.1.3. Meio Socioeconômico**

#### **6.1.3.1. Vias Transitáveis**

##### **6.1.3.1.1. Alteração das vias de acesso da região**

Por se tratar de um impacto positivo, a indicação de medidas mitigadoras não se aplica. Ao contrário, de acordo com o Plano Diretor do município de Limeira, são previstas como medidas compensatórias, obras que visem melhorias nas vias de acesso ao local. No entanto, isto não contempla alterações no curso das vias, uma vez que o acesso do local já atende ao necessário para instalação e operação do empreendimento devido à existência do atual aterro no terreno em frente ao qual o empreendimento deverá ser instalado. Adicionalmente, não há relato até o momento de intenções, por parte do empreendedor, no aumento da frota de coleta e transbordo dos resíduos gerados no próprio município.

##### **6.1.3.1.2. Interferência no sistema viário devido ao aumento de fluxo de máquinas e equipamentos**

O fluxo de máquinas e equipamentos deverá ser aumentado para construção e execução do empreendimento preconizado. No entanto, considerando que o fluxo de veículos pesados já é existente nas vias de acesso devido à proximidade com o atual aterro, e, ainda, as medidas e campanhas para a redução da geração de resíduos no município, conclui-se que não haverá sobrecarga significativa na estrutura rodoviária existente. No

entanto, há de se considerar que, no momento de implantação do empreendimento, haverá um aumento no trânsito de veículos pesados e maquinários pela área de influência direta e área diretamente afetada pelo empreendimento. Nesta fase específica, há de se contemplar um plano de controle eficiente de tráfego associado com educação para o trânsito e conscientização de motoristas e pedestres para evitar acidentes provenientes desse maquinário pesado.

### **6.1.3.2. Emprego e Renda**

#### **6.1.3.2.1. Geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto a geração de vagas de empregos**

O conhecimento do processo de licenciamento do empreendimento pela população por meio do Plano de Comunicação Social leva a geração de expectativa da população frente ao empreendimento quanto à geração de vagas de empregos. Nesta fase cabe um pacote de orientações ao público que irá concorrer a vagas de trabalho no tocante à disponibilidade e qualificação das vagas a serem oferecidas visando a qualificação profissional prévia.

Este impacto estará sob coordenação do Plano de Comunicação Social.

#### **6.1.3.2.2. Aumento do índice de postos de trabalhos para o município**

Haverá um aumento no índice de postos de trabalho da região durante o período das obras de instalação do empreendimento, bem como durante o período de operação, uma vez que para atender as necessidades de um empreendimento do porte e natureza aqui preconizada, faz-se necessário um corpo de funcionários que atenda à demanda das atividades a serem realizadas. Neste sentido, a importância do pacote de orientações ao público anteriormente mencionado (tópico anterior) agrega novos valores para a efetivação deste impacto.

#### **6.1.3.2.3. Desvalorização imobiliária devido a implantação e tráfego de veículos em atividade no aterro**

A instalação de aterros sanitários acarreta na desvalorização dos imóveis da imediação, uma vez que a atividade do empreendimento não possui boa conotação associada a ela. Considera-se, no entanto, que não se comprova o efeito deste tipo de impacto sobre o valor das áreas de entorno do empreendimento, ou se ocorrer este será mínimo, em função do parcelamento e uso do solo atribuído à região (estritamente industrial), ou seja, compatível com o nível de incômodo presente. Além disso, a imediação já se encontra neste aspecto impactada pela presença do atual aterro. Cabe nesse momento, a elaboração de campanhas elucidativas e articulação das esferas de governo municipal junto à representação de classe do setor imobiliário para esclarecimentos.

#### **6.1.3.2.4. Desmobilização de mão de obra devido ao encerramento das atividades no empreendimento**

Ao término da vida útil do novo empreendimento, quando se encerrarem as obras de instalação, finalizado seu período de operação e fechamento se concluírem, ocorrerá a desmobilização da mão-de-obra excedente contratada para a realização dos serviços. Para mitigar este impacto, esta mão de obra deverá ser absorvida por outros setores (com incentivos de governo) ou absorvidas por outro empreendimento de mesma natureza.

#### **6.1.3.2.5. Influência no desenvolvimento sócio econômico municipal**

O empreendimento, desde o seu planejamento até o encerramento de suas atividades irá gerar nova fonte de impostos para o município bem como novos postos de trabalhos para a população local, melhorando assim índices econômicos e de empregabilidade da região. Estes impactos aliam-

se sinergeticamente aos impactos positivos advindos de um local adequado para a disposição final de resíduos no município sob ponto de vista ambiental e sanitário. Por ser um impacto positivo, ações mitigadoras não se aplicam.

#### **6.1.3.2.6. Aumento da arrecadação tributária no município**

A arrecadação tributária do município deverá ser beneficiada como resultado das atividades comerciais concernentes à operação do empreendimento, às operações de contratação de serviços e prestadoras, e à prevenção do sobre-custo de transporte e aterramento em aterros particulares, caso esse não se viabilize (ver item Justificativa Econômica).

#### **6.1.3.3. Setor Imobiliário**

##### **6.1.3.3.1. Desvalorização imobiliária devido à implantação do empreendimento**

As medidas mitigadoras são aquelas associadas ao projeto de engenharia do novo empreendimento na qual preconiza o uso de tecnologia avançada em termos de aterramento, o que mitiga bastante outros impactos decorrentes da presença de aterros e unidades de compostagem (odor, ruído, vibração, etc). Adicionalmente, a elaboração de campanhas elucidativas e articulação do governo municipal junto à representação de classe do setor imobiliário para esclarecimentos faz-se necessário para a proteção do patrimônio dos moradores do entorno imediato.

##### **6.1.3.3.2. Possibilidade de desvalorização imobiliária devido ao tráfego de veículos em atividades no empreendimento**

Além da própria natureza do empreendimento, suas consequências com relação ao aumento do tráfego de veículos pesados podem conduzir a desvalorização imobiliária. Mais uma vez, a elaboração de campanhas elucidativas e articulação do governo municipal junto à representantes de clas-

se do setor imobiliário para esclarecimentos faz-se necessário para a proteção do patrimônio dos moradores do entorno imediato.

#### **6.1.3.4. Cultura**

##### **6.1.3.4.1. Alteração ou perda de patrimônio histórico**

O diagnóstico Arqueológico detectou sítios significativos quanto ao valor histórico nas áreas de influência do empreendimento. Desta forma, os eventuais impactos decorrentes das atividades de escavação serão mitigados pelo Plano de Resgate ao Patrimônio Arqueológico e Cultural que deverão ser conduzidos simultaneamente as obras de escavação do terreno.

#### **6.1.3.5. Saúde**

##### **6.1.3.5.1. Melhoria das condições de saneamento ambiental**

Por não se tratar de impacto negativo, as medidas mitigadoras não se aplicam. A intervenção específica em saneamento ambiental deverá ser baseada na difusão de informações sobre saneamento, saúde e sobre instrumentos e técnicas para a melhoria das condições higiênico-sanitárias no domicílio e na comunidade; além de buscar facilitar a compreensão da população sobre práticas e mecanismos que degradam o ambiente e incentivar a adoção de hábitos e práticas benéficas a proteção, conservação e recuperação das condições sanitárias e ambientais locais e a promoção da saúde. Objetiva-se também, quanto ao saneamento ambiental, auxiliar tecnicamente as instituições responsáveis pelos serviços de saneamento, no desenvolvimento de soluções.

##### **6.1.3.5.2. Aumento do distúrbio do aparelho respiratório**

As medidas mitigadoras estão relacionadas ao molhamento do solo para evitar particulados em





suspensão e construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento para reduzir a dissipação de particulados pelo ar.

#### **6.1.3.5.3. Aumento da demanda de serviços sociais básicos e risco de impacto na saúde ocupacional**

Com o aumento na demanda por mão-de-obra no local, haverá na região, conseqüentemente, um aumento na demanda de serviços sociais básicos, como infra-estrutura urbano-social, saúde, habitação, educação, etc. medidas mitigadoras não se aplicam neste caso.

Quanto a saúde ocupacional os riscos ergonômicos existem em qualquer ambiente de trabalho, principalmente quando há ocorrência de movimentação e esforço repetitivo por material humano. Para mitigar este impacto, deverá ser adotado programa de treinamento específico visando a preservação da saúde ocupacional de todas as pessoas envolvidas na atividade do empreendimento.

#### **6.1.3.5.4. Risco do pedestre associado ao tráfico de veículos pesados nas vias de acesso ao empreendimento**

Aliada à questão do aumento de tráfego de veículos, aumenta-se também as possibilidades de ocorrerem acidentes com pedestres. De forma similar ao que foi dito em relação ao tráfego de veículos, pode-se dizer em relação ao risco de acidentes relacionado a atropelamentos nas vias de acesso. Em função da existência de um empreendimento da mesma natureza no local, da não estimativa de aumento do trânsito, pode-se inferir que os riscos de acidentes com pedestres não aumentarão em relação aos riscos atuais. No entanto, campanhas de educação no trânsito, intensificação da sinalização horizontal e vertical nas pistas de rodagem e conscientização de motoristas e pedestres configuram-se como medidas mitigadoras eficientes.

#### **6.1.3.5.5. Incômodo a população devido a odores gerados no aterro**

Durante as fases de operação e pós-ativação do aterro o processo de degradação anaeróbica dos resíduos gera gases que se não forem tratados adequadamente poderão se disseminar pela região sob influência do empreendimento e provocar incômodos à população vizinha como também acentuar a emissão de gases do efeito estufa. Os principais gases produzidos por microrganismos presentes no interior do maciço sob condições anaeróbicas são: Metano ( $\text{CH}_4$ ) e o Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ). Estes impactos deverão ser mitigados por meio da construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento e por processos operacionais de bom aterramento e tratamento das emissões atmosféricas.

#### **6.1.3.5.6. Riscos a população devido a geração e proliferação de vetores**

O ambiente de deposição de resíduos é favorável à proliferação de vetores de natureza diversa como moscas, mosquitos, pernilongos, ratos, baratas, escorpiões, cães e gatos, aves, entre outros, os quais encontram grande quantidade de abrigo e alimento no local. Para mitigar tais impactos, um plano de controle de reservatórios de doenças juntamente com o Programa de Monitoramento da Fauna deverão monitorar este impacto.

#### **6.1.3.6. Paisagístico**

##### **6.1.3.6.1. Alteração paisagística na área do empreendimento devido a terraplanagem e alteamento das camadas de células de resíduos**

No local de implantação do empreendimento a cobertura vegetal (capim colônio e outras gramíneas) será substituída por células preenchidas por resíduos, o que irá alterar completamente o aspecto paisagístico do local. Há de se ressaltar que o local destinado a implantação do empreendimento trata-se de uma gleba ocupada por gramíneas e ve-

getação exótica que não agrega muito valor a paisagem regional. Após o encerramento das atividades de aterramento é contemplado, como medida mitigadora, a revegetação do local e a destinação da área para outro uso que não a destinação de resíduos. Nesta etapa, o projeto de revegetação deverá agregar valores cênicos a nova paisagem formada de forma que ocorra a reinserção do empreendimento a paisagem regional.

## 6.2. PROGRAMAS DE MONITORAMENTO

### 6.2.1. Programa de monitoramento geotécnico do maciço de resíduos

O Programa de monitoramento geotécnico do maciço de resíduos objetiva a manutenção da estabilidade geotécnica do empreendimento, particularmente daquelas regiões específicas que estão mais sujeitas a recalques, tais como os taludes e maciço de lixo. As medidas de monitoramento preconizadas permitem identificar indícios de instabilidade, o que acaba por gerar a capacidade de intervenção, em tempo hábil, para o restabelecimento da estabilidade. Tais medidas preventivas possuem sua importância salientada devido à prevenção de acidentes, diminuição de riscos ambientais e prejuízos materiais.

O monitoramento geotécnico preconizado para o empreendimento proposto deverá ocorrer por meio de leituras dos instrumentos que serão instalados com o objetivo de determinar o comportamento pontual do maciço e verificar suas condições de estabilidade física. Feitas as leituras, serão conduzidas interpretações por meio de análises estatísticas das leituras, nas quais determinarão a estabilidade do maciço. Desta forma, deverão ser realizadas inspeções periódicas dos marcos superficiais, piezômetros e vertedores para a avaliação da estabilidade mecânica, a eficiência da drenagem subterrânea e o adensamento dos resíduos confinados. Adicionalmente, deverão ser conduzidas vistorias de rotina para a verificação visual de

movimentações do talude, focos de erosões e integridade dos sistemas de drenagem de efluentes. Os instrumentos de monitoramento geotécnico do maciço se constituem basicamente de piezômetros e marcos superficiais.

As atividades preconizadas para o monitoramento geotécnico do maciço são:

- Definição dos pontos para instalação e instalação dos instrumentos de medição da integridade geotécnica do empreendimento;
- Realização de leituras periódicas de pressões de gás e chorume a partir dos piezômetros;
- Realização de leituras periódicas de deslocamentos e recalques dos marcos superficiais e medidores de recalque;
- Realizações de análises estatísticas comprobatórias da estabilidade geotécnica do maciço;
- Realização de vistorias periódicas no aterro com mapeamento de superfície e anotação em planta específica;
- Elaboração de relatório fotográfico;
- Acompanhamento da implantação de novos instrumentos.

A frequência de leituras e vistorias deve ser compatível com a dinâmica de decomposição da massa residual e ocorrência de acomodações. Como estas são muito dinâmicas no tempo e no espaço, é sugerido que a frequência das leituras nos instrumentos seja pelo menos mensal, sendo que este intervalo pode ser reduzido sazonalmente em virtude do volume de chuvas. Os resultados das análises estatísticas de cada instrumento e área específica do empreendimento deverão ser feitas em planilhas específicas e entregues à fiscalização.

Os relatórios relativos às avaliações deverão apresentar a leitura gráfica dos resultados dos instrumentos, ponto de monitoramento, gráficos dos dados de leitura dos marcos superficiais em pontos individuais, recalques relativos, velocidades de recalque, velocidades médias de recalque e vetores de deslocamento; síntese descritiva em planta das feições detectadas no monitoramento superficial, com possíveis medidas de correção; relatório foto-

gráfico, estatística dos resultados das análises dos piezômetros; resultados das análises de estabilidade relativas ao comportamento geral de segurança do aterro, prognóstico das principais ações para o período.

### 6.2.2. Programa de monitoramento de águas subterrâneas

O programa de monitoramento de qualidade de águas subterrâneas tem por objetivos identificar as variações na qualidade das águas subterrâneas do entorno do empreendimento para assegurar a os padrões de qualidade apontados nos diagnóstico físico anterior à implantação do empreendimento. Caso sejam verificadas variações significativas, medidas corretivas devem ser prontamente adotadas.

A necessidade de monitoramento periódico deste parâmetro físico se baseia no princípio de conservação desse recurso ambiental, verificando-se sempre a integridade dos dispositivos de segurança instalados durante a construção do empreendimento. A confirmação de queda nos padrões de qualidade das águas subterrâneas exige a adoção imediata de medidas corretivas.

As análises de variações nos padrões de qualidade das águas subterrâneas deverão ser conduzidas por amostragens em poços de monitoramento distribuídos pelo empreendimento. Os parâmetros a serem analisados são aqueles apresentados pela CETESB.

Para a verificação e comparação dos valores obtidos nas análises das águas subterrâneas, serão considerados os valores orientadores indicados no relatório CETESB de valores Orientadores de Solo e Água Subterrânea do Estado de São Paulo.

Os relatórios de monitoramento de águas subterrâneas deverão ser apresentados na mesma frequência das coletas de amostras de água. Os relatórios deverão apresentar não apenas os dados pontuais de concentração de determinado parâmetro em cada poço de monitoramento, mas também a ilustração da variação espacial nas concentrações obtidas possibilitando comparações entre

valores de concentrações semelhantes pela área do empreendimento.

### 6.2.3. Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais

O programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais visa detectar variações na qualidade da água do corpo dos efluentes tratados que possam ser causadas pelas atividades do aterro. Apesar de o empreendimento ser dotado de normas operacionais e sistemas de proteção ambientais que objetivam a proteção dos recursos hídricos, o risco de eventuais contaminações dos corpos hídricos do entorno existe. O monitoramento dos parâmetros de qualidade das águas superficiais irá demonstrar a efetividade dessas medidas e permitir a adoção de eventuais medidas corretivas.

A análise dos corpos d'água superficiais do entorno do empreendimento seguirá os parâmetros impostos pelas normas da CETESB.

Os relatórios de monitoramento das águas superficiais deverão ser apresentados na mesma frequência das coletas de amostras de água. O relatório deverá indicar com clareza em planta os pontos das amostras e mostrar de forma atualizada as atividades já executadas e em execução, permitindo estabelecer possíveis correlações com os resultados obtidos nas análises das águas superficiais. Ao longo do monitoramento poder-se-á verificar as variações sazonais da qualidade da água.

### 6.2.4. Programa de monitoramento dos níveis de ruído

O programa de monitoramento dos níveis de ruídos tem por objetivos a verificação da variação dos níveis de ruídos próximos ao empreendimento.

A poluição sonora é uma das formas de poluição ambiental que mais tem se agravado, exigindo soluções quanto ao controle dos seus efeitos sobre o meio ambiente e a qualidade de vida dos cidadãos. As alterações provocadas pela poluição química da água e do ar podem ser facilmente identificadas; ao



contrário da poluição sonora, cujos efeitos não são imediatos, porém cumulativos e vão se implantando com o tempo: a surdez, desequilíbrios psíquicos e doenças físicas degenerativas. Para a maioria dos habitantes das cidades mais ruidosas do Brasil, há um agravamento ou aparecimento de arteriosclerose, problemas de coração e de doenças infecciosas, devido à queda da resistência imunológica do organismo, além de problemas mentais e psicológicos. Os problemas causados por excesso de ruído como fadiga, perturbação do sono, problemas cardiovasculares, perdas auditivas, irritabilidade, estresse, alergias, distúrbios digestivos, úlceras, falta de concentração, entre outros, prejudicando a saúde e afetando o desempenho dos profissionais, que exercem suas atividades neste ambiente, estão sendo largamente estudados.

Além dos efeitos sobre os seres humanos, altos níveis de ruídos também possuem efeitos negativos sobre a fauna silvestre, ocasionando sua migração. Alterações bruscas no fluxo de animais silvestres próximo a áreas urbanas podem conduzir ao aumento do número de morte por atropelamentos, incidência de acidentes rodoviários e quebra do equilíbrio ecológico natural dos ecossistemas associados.

Os ruídos em níveis moderados são os mais traiçoeiros porque seus efeitos instalam-se aos poucos. Muitos sinais passam despercebidos devido à tolerância e aparente adaptação e estes são de difícil reversão. Segundo a Organização Mundial de Saúde, a partir de 55 decibéis os efeitos da poluição sonora já aparecem, tendo como sintoma um leve estresse. Dessa forma, o monitoramento dos níveis de ruído nos arredores do empreendimento se justifica.

Os aspectos relacionados aos parâmetros que devem ser analisados são descritos a seguir. O Leq (nível de pressão sonora equivalente, que corresponde ao "nível de som constante que, no mesmo intervalo de tempo, contém a mesma energia total (ou dose) que o som flutuante") são obtidos conforme o Anexo A da NBR 10151 (ABNT, 2000); onde os Li (nível de pressão sonora em dB(A), em deci-

béis, são lidos em resposta rápida (fast) a cada 1 segundo, no modo de compensação A. O Leq é o parâmetro que melhor representa a exposição sonora em cada região, uma vez que leva em consideração a média das ocorrências sonoras num certo ponto. Outros parâmetros como o Lmax (nível de pressão sonora máximo registrado durante a medição) e Lmin (nível de pressão sonora mínimo registrado durante a medição) também serão medidos.

Em se tratando o empreendimento como fonte potencial de ruídos, a frequência de monitoramentos deve ser mensal visando à integridade da saúde ocupacional dos funcionários e população do entorno. Caso detectado valores de níveis de ruídos dentro de faixas não permitidas para a modalidade de uso do solo em questão, medidas corretivas deverão ser adotadas. É importante ressaltar que o uso de equipamentos de proteção individual é obrigatório durante as ações de operação do aterro.

O relatório deve conter as seguintes informações:

- marca tipo ou classe e número de série de todos os equipamentos de medição utilizados;
- data e número do último certificado de calibração de cada equipamento de medição;
- desenho esquemático e/ou descrição detalhada dos pontos da medição;
- horário e duração das medições do ruído;
- nível de pressão sonora corrigido Lc, indicando as correções aplicadas;
- nível de ruído ambiente;
- valor do nível de critério de avaliação (NCA) aplicado para a área e o horário da medição;

O relatório ainda deve conter a distribuição espacial dos pontos de medição, por turno e total, para tornar possível a avaliação mais abrangente possível dos níveis de ruídos no entorno.

### 6.2.5. Programa de monitoramento de fauna

O programa de monitoramento da fauna tem por objetivos o monitoramento da fauna migrante ao

empreendimento, assim como avaliar as possíveis interferências na fauna silvestre na área de influência diretamente afetada pelo empreendimento.

Diante do potencial do empreendimento para atração de animais, o plano de monitoramento prevê análises trimestrais da densidade de animais na área do empreendimento. A primeira determinação, a ser realizada antes do início da operação, servirá como parâmetro estatístico T0, a partir do qual serão conduzidas análises estatísticas periódicas para a verificação do aumento de animais na área. A partir dos resultados, e, confirmando-se um aumento significativo, medidas corretivas serão adotadas. Para o monitoramento da fauna silvestre, as metodologias previstas para cada táxon seguirá aquelas utilizadas no diagnóstico ambiental do meio biótico, sendo este último o T0 para as análises estatísticas. .

### **6.2.6. Projeto de Reflorestamento enriquecimento florestal em APP existente no entorno imediato**

Este tópico tem como objetivo descrever as ações que subsidiarão o programa de recomposição das florestas ciliares na Bacia do Ribeirão Tatu localizado no município de Limeira.

De acordo com o diagnóstico ambiental confirmatório, realizado em campo na Bacia do Tatu, com o intuito de alimentar o banco de dados para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo nesta área de influência, ficou determinado que esta Bacia totaliza 20.330,0462 hectares de área total, sendo que 2.959,5578 hectares (14,56%) estão em áreas de preservação permanente (APP), mas apenas 1.237,7953 hectares (41,82%) estão ocupados por vegetação nativa. Esta situação reflete a degradação das florestas ciliares da Bacia, nas quais certamente sucumbiram às pressões antrópicas impostas pelo desenvolvimento econômico do município.

Descontando as áreas com impedimentos ao reflorestamento, como linha de transmissão elétrica, estradas pavimentadas, estradas não pavimenta-

das, núcleo habitacional, ferrovia e as áreas de APP já com vegetação nativa, tem-se como área passível de implantação de projetos de reflorestamento cerca de 1.584.2103 hectares.

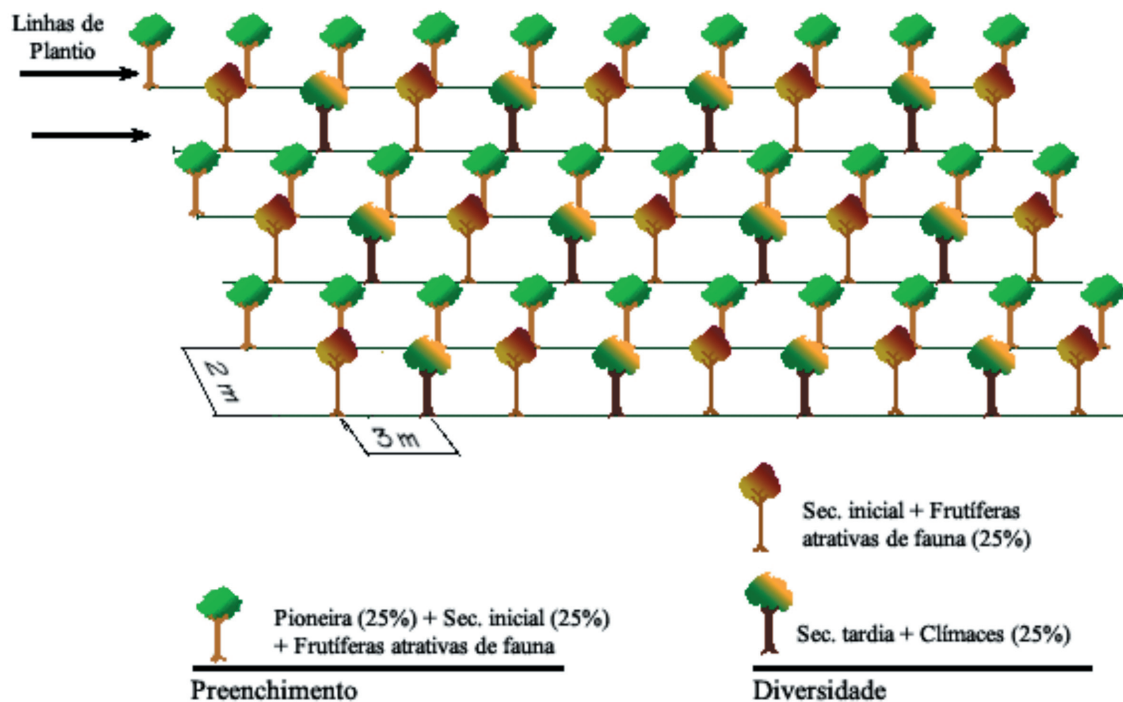
#### **6.2.6.1. Descrição das Atividades para Recomposição das Florestas Ciliares**

No plantio, a combinação das espécies em módulos ou grupos de plantio visa à implantação das espécies dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) conjuntamente com espécies dos estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais), compondo unidades sucessionais, resultando numa gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos no tempo, caracterizando o processo de sucessão. Para a implantação dos módulos a lista de espécies nativas regionais é dividida em dois grupos funcionais: grupo de preenchimento e grupo de diversidade.

Serão utilizadas espécies florestais nativas iniciais e finais da sucessão (Secundárias Iniciais, Secundárias Tardias e/ou Climática) que irão constituir a “floresta madura” e que geralmente tem grande interação com a fauna. Estas espécies são criadoras de ambientes para a recolonização da área com outras formas de vida (epífitas, lianas, arbustos, etc.), abrigo e poleiro para animais.

Para o plantio, a separação por grupos ecológicos será diferente, e as espécies serão divididas em grupo de diversidade, composto pelas espécies que compõem o grupo sucessional mais tardio, e o grupo de preenchimento, formado pelas espécies de rápido crescimento dos estágios sucessionais iniciais.

Estes grupos de plantio representam blocos de linhas alternadas, sendo uma linha de preenchimento e outra de diversidade. As linhas de preenchimento são compostas principalmente por indivíduos de espécies Pioneiras e Secundárias Iniciais (rápido crescimento e boa cobertura), e as de diversidade são compostas de indivíduos de espécies Secundárias Iniciais, Secundárias Tardias e/ou Climáticas.



**Linha de Preenchimento** - de 20 a 25 spp de Pioneira, Sec. inicial de rápido crescimento e Frutíferas atrativas de fauna.

**Linha de Diversidade** - de 50 a 80 spp de Sec. inicial, Sec. tardia, Clímax e Frutíferas atrativas de fauna, atentando para que as Sec. Tardias e clímax sejam colocadas de forma cuidadosa, a fim de não promover o isolamento reprodutivo.

Figura 6.1. Representação esquemática do modelo de plantio em linhas alternadas de preenchimento e diversidade.

As linhas geralmente apresentam espaçamento de 2,5 m entre linhas e 2 m entre plantas. A implantação dos mesmos obedece ao padrão de florestas conservadas, aumentando as chances de sustentabilidade deste fragmento por processos de interação biótica.

Assim, as espécies do grupo de preenchimento de crescimento mais rápido e boa cobertura, formariam uma capoeira num curto espaço de tempo, sob a qual as espécies do grupo de diversidade crescerão e serão tutoradas pelas primeiras, até atingir a condição dominante na floresta.

Essa metodologia permite que na introdução das espécies mais finais da sucessão, seja atentado o fato da distribuição dos indivíduos de cada espécie, não promovendo o isolamento reprodutivo dessas espécies quando adulta nessa forma.

Dessa forma procura-se reproduzir um número de indivíduos das espécies finais da sucessão por unidade de área, buscando reproduzir as distribui-

ções espaciais dessas espécies nas comunidades naturais, na tentativa de evitar esse isolamento reprodutivo. Essa busca é essencial para garantir o potencial reprodutivo das espécies e, portanto, a auto-perpetuação da floresta reconstituída. A quantidade de espécies florestais utilizadas segue a Resolução SMA nº 58, de 29 de dezembro de 2006.

#### 6.2.6.1.1. Preparo do Solo e Plantio

Este tópico visa elencar as principais ações para o pleno desenvolvimento dos projetos de reflorestamentos nas áreas em questão.

- **Roçada Seletiva:** a roçada seletiva consiste em eliminar apenas as plantas competidoras e deixando na área algumas espécies arbóreas nativas provenientes da regeneração natural ou de espécies remanescentes de outros projetos re-





alizados na área que não obtiveram resultados em sua perpetuação;

- **Combate Inicial a Formigas:** as principais pragas de reflorestamentos heterogêneos são as formigas cortadeira do gênero *Atta* sp.. Para o combate deverá ser utilizado a dose de isca indicada pelo fabricante. Esta atividade tem como objetivo reduzir à densidades toleráveis qualquer comunidade de formigas cortadeiras que exista na área e no entorno da área antes do plantio propriamente dito;
- **Demarcação das Covas e Coroamento:** as covas deverão ser demarcadas e realizadas coroamento com diâmetro de um metro com auxílio de cavadeira e enxada.
- **Abertura de Covas:** as covas deverão ser abertas mecanicamente com o auxílio de broca perfuratriz acopladas ao trator de pneus. As dimensões das covas deverão ser de 40 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade;
- **Adubação de Base:** para a adubação de base que tem como objetivo fornecer principalmente fósforo deverá ser utilizado adubo granulado com a formulação 4-14-8 + micronutrientes com uma dose de 150g/cova ou de acordo com análise prévia do solo;
- **Incorporação de Calcário:** deverá ser incorporado ao solo da cova de 300g de calcário dolomítico (PRNT>80%);
- **Condicionador de Solo (Hidrogel Agrícola):** Será incorporado na cova de plantio quatro gramas de hidrogel hidratado o que corresponde a 0,8 litros/cova. Esta atividade deve ser realizada junto com a atividade de plantio;
- **Plantio:** para o plantio vão ser utilizadas mudas produzidas em tubetes Irão ser plantadas 26 espécies de preenchimento e 79 espécies de diversidade totalizando 105 espécies que se adéqua a Resolução SMA nº 58, de 29 de dezembro de 2006. A lista de espécies segue em Anexo;
- **Replanto:** após 30 dias do plantio deverá ser realizada uma vistoria na área e posterior cobertura das falhas de plantio.

#### 6.2.6.1.2. Ações Previstas para as Manutenções do Plantio

As atividades de manutenção têm como objetivo assegurar a sobrevivência das mudas por meio da redução da competição, e seguirá o cronograma descrito na Tabela 6.1. Esta ação torna-se efetiva realizando roçadas na área geral, coroamentos, aplicação de herbicidas, se necessário, e combate a formigas cortadeiras. A frequência de manutenções será de três vezes ao ano por um período de dois anos, totalizando assim seis manutenções. As atividades de manutenção consistem em:

- **Roçada:** a roçada visar baixar a competição por nutrientes, água e luz das plantas nas entre linhas;
- **Coroamento:** o coroamento é a atividade de capinas uma área em torno da muda de aproximadamente 60 cm de raio;
- **Adubação de Cobertura:** após seis meses do plantio deverá ser realizada a adubação de cobertura utilizando 100 gramas de sulfato de amônio/muda. Esta atividade deve ser realizada no início do período chuvoso e logo depois das atividades de roçada e coroamento;
- **Combate a Formigas:** o mesmo método utilizado no plantio.

#### 6.2.7. Programa de Encerramento

O Programa de Encerramento é composto pelos procedimentos que devem ser adotados para que o empreendimento seja encerrado dentro dos padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais.

O Plano de Fechamento deve conter as atividades de fechamento propriamente dito (cobertura final, estabilização, limpeza do local, etc.), de manutenção e monitoramento, e de requalificação ambiental do aterro com o entorno visando o usufruto. O programa ainda prevê que o encerramento de cada célula do empreendimento será efetuado imediatamente após o esgotamento desta, ou seja, atividades típicas de encerramento definitivo serão aplicadas continuamente para que as áreas já esgotadas iniciem

Tabela 6.1. Cronograma das atividades de manutenção

Atividades	Mês																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Coroamento			x			x				x				x				x						x
Roçada			x			x				x				x				x						x
Combate a formiga	x	x	x			x				x				x				x						x
Adubação de cobertura						x																		

seu processo de recuperação mesmo com outras células em operação. Assim, cria-se um processo cumulativo de recuperação, de forma que, quando for necessário o encerramento definitivo dos serviços de disposição final no empreendimento, sejam minimizadas as medidas a serem adotadas para o empreendimento atingir as condições adequadas de segurança e de mitigação de impactos.

As atividades a serem realizadas no fechamento superficial de cada célula são:

- Cobertura da face exposta com camada de 60 cm de solo argiloso, favorecendo assim a impermeabilização;
- Estabilização da área exposta através da estruturação geométrica dos taludes;
- Estabelecimento da cobertura vegetal através do plantio de gramíneas, evitando a ocorrência de erosões;
- Manutenção do cinturão-verde, garantindo a recomposição paisagística;
- Manutenção dos equipamentos e procedimentos de monitoramento;
- Manutenção dos sistemas de proteção ambiental;
- Sistema de segurança que garanta o bom desempenho do empreendimento mesmo em situações anormais.

Para um bom desempenho deste programa, todas as estruturas instaladas deverão contar com serviços de manutenção de suas edificações, equipamentos e infra-estrutura, visando evitar o não funcionamento e/ou depreciação e deterioramento destes.

O presente programa prevê também que todos os equipamentos não necessários às atividades

contidas no plano de fechamento (plantio, drenagens, manutenção e monitoramento, etc.), sejam retirados do empreendimento. Além disso, deverá ser reajustado o quadro de funcionários do local, permanecendo apenas equipes necessárias para os serviços continuados de manutenção.

Quanto ao plano de fechamento, este deverá ser revalidado quando do período de encerramento definitivo do aterro. Desta forma, se possibilita este ajuste deste à possíveis alterações de técnicas e tecnologias aplicadas no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município, que possam aumentar o tempo de vida útil do empreendimento (p.e. coleta seletiva e triagem), bem como adequação do plano à legislação vigente no período, uma vez que tratam-se de atividades propostas para um futuro distante.

### 6.2.8. Programa Ambiental do Canteiro de Obras

Já durante o início das obras de implantação do empreendimento estão previstas as alterações na dinâmica local, especialmente aquelas relacionadas às alterações da estrutura, paisagem e contingente humano no local. Desta forma, é necessário a previsão e planejamento de um Programa que preveja os impactos causados pelas atividades a serem executadas e apresente medidas para redução destes efeitos.

O Programa Ambiental de Obras contempla a adoção de ações que visem proporcionar o controle e mitigação voltada à garantia técnica e ambiental mesmo durante o desenvolvimento dos serviços de implantação, tais como:

- i. A destinação adequada de todos os resíduos gerados como de esgotos sanitários, de restos de construção e resíduos de bota fora, de correto encaminhamento de entulhos limpos, etc;
- ii. A garantia de serviços de manutenção e regulação de todos os equipamentos envolvidos nas obras (tratores, caminhões, etc.), minimizando emissões gasosas, de particulados e de ruídos, em conformidade com as legislações vigentes, incidentes e critérios específicos aplicáveis;
- iii. A garantia de implementação de ações voltadas à aplicação de todos os serviços provisórios fundamentais para as etapas intermediárias como implantação de sistemas de drenagem de águas pluviais, proteções superficiais com gramíneas, pavimentações de acessos provisórios, etc;
- iv. O controle de emissão de particulados em suspensão mediante a imposição de irrigação de pistas, pátios e praças;
- v. Acompanhamento da qualidade do lençol freático e dos corpos d'água por meio de campanhas de análises químicas antes e durante a instalação dos mecanismos de impermeabilização da fundação do aterro;
- vi. Acompanhamento dos brigadistas e técnicos de engenharia de segurança;
- vii. Envolvimento da população do entorno, apresentando os planos de contingência e emergência, quanto aos riscos existentes em obras de terraplanagem, escavação e levantamento de edificações;
- viii. Treinamento e acompanhamento do contingente humano destinado à mão de obra, tanto dos recursos humanos já pertencentes ao funcionalismo público quanto aqueles provenientes das empresas terceirizadas, quanto ao uso de equipamento de proteção individual (EPI).

### 6.2.9. Programa de Comunicação e Participação Social

Por se tratar o empreendimento pertencente a um ramo de atividade com probabilidade de geração de conflitos, a participação pública deve ser

prevista desde o início do processo de licenciamento e deve estar contemplada em todas as fases/etapas desse processo: planejamento, implantação, operação e encerramento. Nesse sentido, este tópico destina-se a apresentar o Programa de Comunicação e Participação Social, destacando-se os objetivos, ações, resultados já alcançados na fase de desenvolvimento do EIA/RIMA, assim como as ações esperadas para as etapas seguintes do processo de licenciamento.

O Programa de Comunicação e Participação Social tem como objetivos promover o estabelecimento de um canal de comunicação entre o empreendedor e a população inserida no município de Limeira, SP. O desenvolvimento do Programa permite as identificações dos anseios e expectativas da população, auxilia no equacionamento de conflitos entre diferentes segmentos sociais, bem como amplia e promove uma consciência ecológica social mais efetiva em termos das problemáticas sócio-ambiental relacionadas à gestão de resíduos sólidos.

Na busca pelo alcance dos objetivos propostos, as ações contempladas no Programa de Comunicação e Participação Social consistem na realização de audiências públicas preliminares, pesquisas de opinião pública e reuniões técnicas de esclarecimentos junto à população durante todas as fases do processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

#### 6.2.9.1. Fase de Planejamento

Na fase de planejamento, definida como aquela contemporânea à elaboração do EIA/RIMA, houve a realização de uma audiência pública preliminar, a condução de pesquisa de opinião pública e esclarecimentos técnicos à população em vários segmentos da sociedade organizada de Limeira.

A primeira ação efetiva nos termos do Programa de Comunicação e Participação Social refere-se à audiência pública realizada dia 26 de março de 2009, no auditório da Câmara Municipal. Nela, foi apresentada a intenção de implantação do novo



empreendimento, explicitando sua necessidade para o município como parte integrante do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, o escopo geral do Estudo de Impactos Ambientais, assim como todas as etapas a serem contempladas durante o processo de licenciamento. Ao final da apresentação, foi permitida ao público a realização de questionamentos, por meio escrito, nos quais foram plenamente respondidos pelo Coordenador Geral do EIA/RIMA e pelo representante empreendedor figurado pelo Secretário de Obras e Urbanismo da Prefeitura Municipal de Limeira. O público-alvo foi composto por integrantes de diversos segmentos ativos da sociedade organizada do município, tais como representantes dos órgãos ambientais governamentais, diversas organizações civis, industriais e comerciais, ONG's e universidades.

As ações voltadas à pesquisa de opinião pública e esclarecimentos junto à população foram realizadas no período de 21 a 31 de julho 2009. Para tanto, foi elaborado um questionário, com linguagem simples, que pudesse avaliar inicialmente o conhecimento acerca do atual sistema de gerenciamento e disposição de resíduos do município, o grau de satisfação com relação ao serviço público de limpeza, o conhecimento acerca da intenção de instalação do novo empreendimento e suas relações com o meio ambiente e saúde pública. Este questionário foi aplicado utilizando-se de estratégias diferenciadas. Num primeiro instante, o público foi abordado em suas residências e/ou em logradouros públicos pela equipe técnica da empresa responsável pelo Estudo. Finalizados a avaliação e os questionamentos, foram oferecidas à população explicações técnicas objetivando esclarecer os pontos abordados na pesquisa. O tema principal das explicações técnicas foi sistema de gerenciamento de resíduos do município, dando ênfase para a comparação entre as vantagens e desvantagens do atual sistema e o sistema preconizado para o futuro.

Num momento posterior, a metodologia da pesquisa contemplou a seleção de setores da sociedade organizada do município, tais como escolas, faculdades, universidades, estabelecimentos

comerciais e industriais, organizações não-governamentais, órgãos públicos, associações, usuários do Horto Florestal e etc., nos quais receberam um número de questionários, e, estes foram respondidos e encaminhados para a Secretaria de Obras na Prefeitura Municipal de Limeira ou recolhidos por um representante da empresa responsável pelo desenvolvimento desse Estudo.

Considerando as duas metodologias utilizadas, um total de 1850 questionários compuseram o universo amostral, mas apenas 674 foram plenamente respondidos, o que representa pouco mais de um terço deles (36,43%). Os resultados parciais, compreendidos entre aqueles referentes a esta fase do licenciamento, com relação do percentual de respostas é apresentado a seguir.

A primeira questão da pesquisa procurou avaliar qual o nível de conhecimento da população acerca do atual sistema de deposição de lixo e/ou resíduos sólidos do município de Limeira. Apesar da predominância de respostas corretas, o somatório das respostas incorretas com o desconhecimento acerca do sistema de disposição de resíduos é superior ao número de acertos, o que reflete, de certo modo, o desconhecimento parcial da população sobre o sistema gestor do município.

A segunda questão procurou avaliar o grau de satisfação com o atual sistema de deposição de lixo e/ou resíduos sólidos do município. 40,5% da população desconhecem seu próprio grau de satisfação do sistema. No entanto, as maiorias dos participantes encontram-se satisfeitos.

A terceira questão buscou saber o conhecimento sobre a problemática sócio-ambiental do atual sistema, questionando qual o grau de risco ambiental e de saúde pública que o atual sistema de deposição de lixo e/ou resíduos sólidos do município oferece. O número de pessoas que desconhece tal problemática é quase o dobro do número de pessoas que a considera alto.

A quarta questão buscou saber a proporção de pessoas que sabem da intenção da construção do novo aterro sanitário municipal. De acordo com o percentual de resposta, a maioria da população

desconhece sequer a intenção de construção do novo empreendimento.

A questão seguinte abordou a opinião sobre o novo empreendimento, sendo avaliado que a grande maioria da população é a favor do empreendimento.

A sexta questão procurou quantificar quanto o novo aterro sanitário municipal irá melhorar a qualidade de vida da população. Mesmo a maioria da população desconhecendo sequer a intenção de construção do novo aterro, o número de respostas que consideram que o novo empreendimento irá melhorar pouco ou muito a qualidade de vida é bem superior ao número de pessoas que não sabem ou acham que nada irá melhorar. O padrão de respostas das duas últimas questões reflete que, apesar do desconhecimento geral, a população, mesmo por meio de censo comum, é favorável e acredita nas melhorias advindas de um novo empreendimento dessa natureza.

Segundo o estudo de alternativas locacionais, a melhor área para a implantação do novo empreendimento em Limeira é uma gleba adjacente ao atual aterro, e ambas as localidades são relativamente próximas ao Horto Florestal. Nesse sentido, a pesquisa procurou avaliar quanto que o novo aterro afetará a qualidade de uso da área de lazer do Horto Florestal. De forma geral, a opinião pública acredita que o novo aterro irá trazer prejuízos à qualidade de vida dos usuários do Horto. No entanto, é importante salientar que este posicionamento se inverteu após os esclarecimentos sobre a tecnologia de aterramento atual e a preconizada para o novo empreendimento.

Por fim, a pesquisa procurou avaliar o interesse da população em assistir uma apresentação sobre o novo aterro. A maioria possui tal interesse e participaram das explanações de esclarecimento após a aplicação do questionário.

#### 6.2.9.2. Outras Fases

O Programa de Comunicação e Participação Social deve ser contínuo para todas as fases do em-

preendimento. Neste sentido, estão previstas as manutenções das ações descritas na fase de planejamento (audiências públicas, pesquisa de opinião pública e reuniões de esclarecimentos), procurando sempre a diversificação do público consultado e a busca pelos objetivos almejados. Portanto, o cronograma de execução dessas ações fica estabelecido desde o término da elaboração do EIA/RIMA até o encerramento das atividades do empreendimento objeto de licenciamento. A responsabilidade pela condução do Programa nas etapas subsequentes, assim como os objetivos, metodologias e metas, ficam a cargo do empreendedor.

#### 6.2.10. Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar visa proporcionar o padrão de qualidade do ar por meio de monitoramento periódico e subsidiar a adoção de eventuais medidas corretivas.

As alterações da qualidade do ar relativas aos particulados em suspensão referem-se à emissão de poeira devido às obras de implantação, processos operacionais de aterramento, tráfego de veículos e equipamentos. Essas emissões serão controladas com a adoção das medidas mitigadoras propostas para dirimir as emissões de particulados, tais como o umedecimento das pistas de rodagem e pátios, implantação de sistema de controle de queima de gases oriundos da massa residual e construção de barreira vegetal perimetral ao empreendimento.

Durante as fases de implantação e operação do empreendimento, a atmosfera estará sujeita a receber, além dos particulados sólidos em suspensão, outros gases potencialmente danosos ao meio ambiente. Logo, existe a necessidade de por em prática um programa de monitoramento da emissão de gases para que esses não resultem em alterações significativas da qualidade do ar. Dessa forma, esse programa também o monitoramento dos gases formadores do efeito estufa.

O monitoramento dos gases será realizado através de acompanhamento das pressões de gases

no interior do aterro obtidas pelos piezômetros. O controle das pressões de gases, assim como do nível de chorume, é fundamental a segurança do empreendimento porque assegura a estabilidade do maciço, permitindo a manutenção da pressão dos gases através da drenagem do maciço.

### 6.2.11. Programa de Compensação Ambiental

As atividades de compensação ambiental são imputadas como compensação para os impactos negativos decorrentes de um empreendimento e que não são passíveis de mitigação.

Dada a importância de manutenção de fontes de água doce no planeta, aliada a existência da APRM do Ribeirão do Pinhal dentro dos limites da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, este Estudo coloca em foco as ações de compensação ambiental voltadas à plena recuperação e manutenção dos ecossistemas que forneçam proteção aos recursos hídricos regionais, de forma que estes venham a garantir um desempenho satisfatório no abastecimento de água no município. Diante disso, este Programa de Compensação Ambiental prevê a utilização de recursos financeiros para:

- Diagnóstico ambiental (meio físico, biótico e socioeconômico) da APRM do Ribeirão do Pinhal, de forma a se estabelecer a condição de ocupação, conservação e necessidade de recuperação dos ambientes florestais nesses locais, assim como definir a melhor estratégia de recuperação ambiental;
- Restauração dos remanescentes florestais protetores dos recursos hídricos associados;
- Manutenção dos plantios;
- Monitoramentos periódicos a fim de se determinar alterações significativas na qualidade das águas superficiais e vazão média anual do Ribeirão Pinhal;
- Monitoramento da biota local (fauna e flora) para avaliação da resposta biótica às ações de reflorestamento. Este monitoramento é particularmente importante porque permite entender

as relações ecológicas para a manutenção em longo prazo dos ecossistemas associados por meio do uso de indicadores de recuperação ambiental;

- Educação e conscientização ambiental da população envolvida.

Fica ao encargo do empreendedor a determinação das metodologias de ações, cronograma de execução, assim como a responsabilidade pela execução do Programa.

### 6.2.12. Plano de Gestão de Resíduos Sólidos

Este tópico tem por objetivo listar ações que modelam o sistema de gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Limeira, aplicando-se os aspectos técnicos, administrativos, jurídicos, educacionais e socioambientais relacionados às ações de coleta, transporte, tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos urbanos, economia dos recursos naturais e comunicação social.

Dentro deste cenário são traçados alguns objetivos específicos, a saber:

- Avaliar e aprimorar o modelo atual de limpeza urbana;
- Formular e/ou ajustar os aspectos legais e regulamentos vigentes da limpeza urbana municipal;
- Realizar um programa de capacitação dos profissionais de limpeza urbana;
- Estruturar o sistema de limpeza urbana num banco de dados que detalhe o seu funcionamento;
- Contemplar no sistema participação conjunta da sociedade e do governo municipal;
- Promover a organização dos catadores;
- Implementar plano de comunicação social e educação ambiental;
- Estabelecer equipe de monitoramento do sistema;
- Exigir a apresentação de relatórios de implementação e acompanhamento.



### 6.2.12.1. Estrutura do Plano

Deverá ser efetuado um diagnóstico técnico que contemple as esferas ambiental, social, jurídico e administrativo do atual sistema de limpeza urbana de Limeira, levando-se em conta os aspectos relacionados à produção e descarte dos resíduos, além das possibilidades de reciclagem. Faz-se necessário assim, a definição de uma estrutura administrativa, técnica, financeira e jurídica, de forma que o plano de gestão tenha uma liderança bem estruturada e eficiente. Então, deverá ser regulamentado um sistema que especifique as atividades a serem realizadas dentro da gestão dos resíduos. Este regulamento deverá incluir um cronograma detalhado com os dias da semana, horários e qualidade do serviço de coleta, sendo que a população deverá ser consultada sobre a qualidade do serviço prestado em cada bairro. A questão de segurança operacional também deverá ser contemplada no regulamento. Deverão ser ainda registrados os critérios, direitos e obrigações para com o descarte, transporte e despejo dos resíduos produzidos no município.

Dentro do regulamento e, ainda para efeito de monitoramento, serão levados em conta os seguintes fatores:

- Tipos e classes de resíduos que poderão ser descartados e coletados pelo serviço público de limpeza;
- Definição do acondicionamento, transporte e estocagem dos dejetos;
- Estocagem de material de construção civil em passeios ou vias públicas;
- Limpeza de feiras livres, eventos públicos, shows etc.;
- Limpeza de lotes vagos, terrenos baldios, fundos de vales e córregos urbanos;
- Normatização do armazenamento, transporte e disposição de resíduos da construção civil;
- Revisão de taxas relativas à coleta e destinação final de resíduos especiais;
- Revisão das taxas de coleta e disposição de resíduos sólidos domésticos, vinculadas ao IPTU.

Deverão então ser estipulados os principais equipamentos e frotas de veículos suficientes para suprir a demanda dos serviços. Além disso, deverá ser definido um corpo de funcionários que atenda a todos os serviços necessários. Estes funcionários deverão receber treinamentos para atualização de técnicas que garantam um serviço de boa qualidade, atendendo também todos os aspectos de segurança do trabalho.

Após definido o sistema deverá ser implementado o plano de comunicação social, para que toda a comunidade envolva-se e colabore no processo.

Como consequência da implantação do plano, haverá uma geração de renda a partir do desenvolvimento de um trabalho salubre e seguro para os que já atuam na “catação” de lixo em Limeira. Para isso se consolidar, deverá ser feito atualizado o cadastro da “população” de catadores de recicláveis visando dar orientações para a implantação de uma cooperativa de recicladores, objetivando torná-los mais fortes e valorizados na sociedade local.

Num momento posterior, deverá então ser constituído um sistema de tratamento, reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos (RSU), o qual contemplará propostas para minimizar os impactos ambientais negativos resultantes destes resíduos, gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos de sua gestão. Serão incentivadas as atividades de coleta seletiva de materiais recicláveis.

A prefeitura Municipal de Limeira deverá oferecer à equipe executora do Plano condições de realizar, com qualidade, os serviços estabelecidos nessa proposta (acesso às informações necessárias, transporte, material de consumo, espaço físico e demais demandas).

### 6.2.12.2. Diagnóstico do atual sistema

O atual sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos de Limeira, não atende 100% dos domicílios. A coleta é realizada de segunda a sábado, sendo que o município é setorizado de forma que cada setor seja atendido pelo serviço duas vezes por

semana. O sistema conta com uma frota de oito caminhões e aproximadamente 70 funcionários. A operação do sistema se dá com seis caminhões das 6 horas da manhã até as 17 horas, a partir deste horário o sistema passa a funcionar com cinco caminhões. Em ambos os períodos o funcionamento, a coleta se dá com um motorista e quatro ajudantes por caminhão.

O município possui três programas co-localizados de redução de resíduos: Operação Cacareco, Eco-pontos e Multirão do Lixo Eletrônico.

### 6.2.12.3. Inventário de Resíduos

Elaborou-se um inventário de resíduos com base em dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Limeira. Os dados são referentes ao período compreendido entre os anos de 2000 à 2006. Os resíduos foram classificados como: resíduos industriais classe II, resíduos industriais classe III, domiciliar, hospitalar, entulhos, podas, recicláveis, cacareco.

Os resíduos Industriais tanto classe II como classe III possuem origem diversificada, devido a grande abrangência de atividades do setor industrial do município. Com relação a estes resíduos, encontra-se a média de 29753,53 ton./ano para o Classe II, que possui peso específico de 0,8 ton./m<sup>3</sup>; e, 3906,01 ton./ano para o Classe III, com peso específico de 0,2 ton./m<sup>3</sup>.

De acordo com estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Limeira possui uma população de aproximadamente 273 mil habitantes, dispostos, de acordo com o censo 2000 em aproximadamente 70 mil domicílios, que resultam numa coleta de resíduo domiciliar de 46334.22 ton./ano, com peso específico de 0,23 ton./m<sup>3</sup>.

Limeira é um pólo tecnológico em saúde, apresentando desta forma, este setor um importante papel econômico no município. O município conta com quinze Unidades Básicas de Saúde (UBS) e dois hospitais filantrópicos além dos dois pertencentes a rede privada. Totaliza-se assim 633 leitos disponíveis na cidade. Logo, a média anual de resíduos ge-

rados por atividades no setor de saúde é de 246,99 ton./ano, sendo que estes são coletados por empresa privada e destinados à aterros especiais para este tipo de resíduo. Este tipo de resíduo possui peso específico médio de 0,28 ton./m<sup>3</sup>.

Os entulhos, em sua maioria, são provenientes das atividades da construção civil, sendo que este é o único tipo de resíduo que recebe alguma forma de reciclagem. A cidade conta com 170 empresas neste ramo, gerando 112636.85 ton./ano de resíduos com peso específico médio de 0,8 ton./m<sup>3</sup>.

As árvores no ambiente urbano necessitam dos serviços de poda devido a fatores como: presença de rede elétrica; casas sem recurso adequado; vias expressas onde passam veículos altos; presença de árvores em canteiros estreitos de avenidas e ruas; e proximidade das árvores à sinais de trânsito, placas de sinalização, entre outros. A prefeitura municipal de Limeira possui um programa anual de poda, no entanto, não há um padrão único de poda para todas as árvores urbanas, uma vez que se deve atender a necessidade individual de cada local. Como resultado dos serviços de poda, tem-se a geração média de resíduos de 1899.30 ton./ano.

Outra classificação dada no município para resíduos são os cacarecos, que se caracterizam como tudo aquilo que os moradores não mais desejam em seu domicílio (móveis, utensílios, etc.), os quais são recolhidos para combater a proliferação de vetores de doenças, como por exemplo, o *Aedes aegypti* (vetor da dengue). Estes cacarecos apresentam média de 682.69 ton./ano.

### 6.2.12.4. Educação Ambiental

Para que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos urbanos seja efetivo, é necessário a colaboração da população, e para que esta esteja apta a desempenhar seu papel, um programa de educação ambiental deverá ser implantado de forma a informar e esclarecer os cidadãos.

O Programa de Educação Ambiental inicia-se com o estabelecimento de uma Política Pública Municipal relacionada à Educação Ambiental en-

globando o tema “Resíduos Sólidos”. Esta política deverá ser implementada e monitorada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente em conjunto com a Secretaria de Saúde, dentro dos parâmetros legais da Política Nacional de Educação Ambiental.

Para a operação do programa, as instituições educativas deverão promover a educação ambiental como parte integrada dos programas educacionais estabelecidos, sendo que haverá incentivo dos meios de comunicação local, como rádios e jornais, na disseminação de informações e práticas educativas, além de incorporar a dimensão ambiental em sua programação, garantindo a democratização das informações ambientais.

Estes sistemas de informação deverão incentivar os membros da sociedade a participar de ações individuais e coletivas voltadas para a questão dos resíduos sólidos, através da divulgação de materiais educativos (cartilha), com conteúdo relacionado à realidade local, e informações sobre aspectos gerais relativos a resíduos sólidos.

Dentro deste plano, deverão ser implantadas iniciativas de educação ambiental formal nos níveis de ensino fundamental e médio além de estimular a elaboração de eventos educativos que tratam da questão dos resíduos sólidos urbanos (gincanas, limpezas de praças, córregos e terrenos, etc.).

Por fim, para que o plano de educação ambiental da população de Limeira se concretize, é importante que o município alocue recursos específicos às ações de educação ambiental envolvendo os resíduos sólidos urbanos.

#### 6.2.12.5. Propostas de Melhoramento

As propostas de melhoramento visam estabelecer benefícios para a cooperativa de catadores de material reciclável do município. Dentre estes benefícios, destacam-se:

- Oferecer suporte material e infra-estrutura mínima - aquisição de carrocinhas para coleta seletiva, prensa, galpão de triagem, etc.;
- Fomentar o treinamento dos funcionários das empresas para colaborar com a coleta seletiva

de resíduos, incentivando a segregação dos materiais na fonte e garantindo sua destinação aos catadores cooperados;

- Implantar imediatamente a coleta de recicláveis nos órgãos da administração municipal;
- Iniciar os trabalhos de coleta seletiva (binária) - secos e úmidos, em alguns bairros da cidade e pontos estratégicos do centro comercial;
- Orientar e motivar corretamente a população para a participação na coleta seletiva;
- Registrar e divulgar os resultados obtidos com os programas de coleta seletiva;
- Avaliar continuamente o desempenho da coleta seletiva (em termos econômicos e sociais);
- Elaborar cronograma físico e financeiro com os catadores cooperados;
- Garantir a complementação da renda básica das famílias dos catadores cooperados por meio de instrumentos sociais e bolsas de auxílio;
- Realizar reuniões mensais da cooperativa.

### 6.2.13. Proposta de Compensação Ambiental

#### 6.2.13.1. Seleção de Unidade de Conservação para Compensação Ambiental

Ao se levantar as UCs situadas na área de influência do empreendimento, identificaram-se a Estação Ecológica/Horto de Limeira dentro da ADA, e a APA do Ribeirão Pinhal.

##### 6.2.13.1.1. Estação Experimental de Limeira/ Horto Florestal Prof. André Franco Montoro

Inaugurado em 1984 o Horto Florestal Prof. André Franco Mоторo ocupa está situado na Via. Jurandyr Paixão de Campos Freire (Antiga Tatuíby) a nove quilômetros do centro de Limeira. Com uma área aproximada de 300 alqueires ocupa a área de plantio de eucaliptos da antiga Ferrovia Paulista, oferecendo a população estrutura para atividades recreativas e lazer familiar.



#### **6.2.13.1.2. APRM do Ribeirão do Pinhal / Zona de Proteção de Manancial**

Ocupando uma área de 304 Km<sup>2</sup> a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pinhal está inserida na Bacia do Rio Piracicaba, sendo constituída pelos Ribeirões Pires, Tabajara, Barreiro e Pinhal. Trata-se de uma bacia de fundamental importância para o município de Limeira, pois a captação de água que abastece a cidade localiza-se na confluência do Ribeirão do Pinhal com o Rio Jaguari, sendo possível a captação de ambos os corpos hídricos.

Tendo em vista a proteção e preservação dos mananciais, localizadas praticamente na zona rural do município de Limeira e a qualidade das águas, esta bacia foi determinada Zona de Proteção de Manancial (ZPM) pelo Decreto de Lei Complementar nº 222/99 ZPM da Prefeitura Municipal de Limeira.

Evidenciando a importância desta bacia, entidades como a própria Prefeitura de Limeira; a empresa "Águas de Limeira" S/A, concessionária do abastecimento hídrico de Limeira; CESET-UNICAMP; FEC-UNICAMP e FEAGRI-UNICAMP vêm desenvolvendo trabalhos que visam à preservação da qualidade e da quantidade de água na bacia do Pinhal.

#### **6.2.13.2. Seleção de justificativa de Unidade de Conservação a ser investida**

Com o levantamento e apresentação dos dados e sendo a Bacia do Ribeirão do Pinhal de fundamental importância para o município de Limeira, foi selecionada como sugestão para receber o fundos provenientes de compensação financeira.

Conforme estabelece o artigo 31 do Decreto 4340 de 2002, o órgão ambiental licenciador é que estabelecerá a fixação da compensação ambiental, o qual estabelecerá o grau de impacto a partir dos estudos ambientais realizados quando do processo de licenciamento ambiental. Já o artigo 36, § 1º e 2º estabelecem que o órgão licenciador deverá considerar as propostas apresentadas

no EIA/RIMA, sendo que o montante nunca deverá ser inferior a 0,5% (meio por cento) dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento.

#### **6.2.14. Plano de Manutenção de Máquinas e Equipamentos**

##### **6.2.14.1. Disposições gerais**

Os veículos e equipamentos a serem utilizados em todas as fases do novo aterro sanitário de Limeira serão dimensionados de forma a permitir sua substituição e devida manutenção, preservando a execução dos serviços, bem como mantidos em perfeitas condições de funcionamento. Para garantir essa manutenção, limpeza e o uso de acessórios de segurança serão realizados programas e treinamentos com os operadores e motoristas, junto a um esquema de manutenção preventiva, corretiva voltada para a qualidade dos reparos. Para isso contará com oficina adequada, devidamente aparelhada, com equipe capacitada. Estes veículos e equipamentos respeitarão os limites padrões e controle ambiental das normas Municipais, Estaduais e Federais específicas e aplicáveis no que diz respeito à poluição sonora e do ar.

##### **6.2.14.2. Apresentação do Plano de Manutenção**

Este plano visa obter maior aproveitamento possível dos veículos e equipamentos, bem como o controle dos padrões de emissão atmosférica e de ruídos. Para isso cada equipamento terá seu índice de produtividade controlado associado às rotinas e normas visando a maximização da vida útil e redução de custo operacional.

O trabalho preventivo se dará por meio dos testes seguinte:

- Testes de motores;
- Testes de transmissão;
- Testes de sistema hidráulicos;
- Avaliação de partes rodantes.

O acompanhamento destes testes ligados às tolerâncias definidas pelos fabricantes permitirá a correção de eventuais deficiências.

O plano de manutenção visa manter ou repor as qualidades do equipamento ao longo do seu tempo de vida sendo classificado em três categorias: Manutenção de rotina, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

O plano de manutenção contempla três medidas para minimizar a ocorrência de paralisações:

- Incrementação de rotinas da verificação, medição e análise para equipamentos com idade superior a 50% de sua vida útil;
- Manutenção do estoque mínimo de peças com maior desgaste nas condições de trabalhos;
- Mobilização de equipamentos reserva dimensionado a demanda a ser mobilizada com uma margem de reserva operacional de menor risco.

O sistema de manutenção inclui ainda:

- Execução dos controles patrimoniais e técnicos, relacionados à vida útil, custos operacionais e planos de manutenção;
- Relacionamento integrado produção x manutenção para identificar prioridades;
- Análise detalhada dos ciclos de operação visando acabar com manobras desnecessárias ou inadequadas;
- Análise sistemática do sistema administrativo;
- Análise realista dos equipamentos da frota, para determinar a viabilidade de "re-built", reforma parcial ou reposição.

Visando a obtenção de rendimento elevado com o Sistema de Manutenção, serão utilizados funcionários especializados, frota constituída de veículos com finalidade específica e ferramentas adequadas.

Todos os funcionários (motoristas, operadores e ajudantes) serão treinados para desempenhar com eficiência a operação do equipamento coletor, com noções mínimas de mecânica para que o socorro mecânico e de pneus sejam facilitados, cabendo

a eles verificar os níveis de água, óleo, existência de equipamentos de segurança, funcionamento de lanternas, etc., diariamente antes de iniciar seu turno de trabalho.

#### 6.2.14.3. Rotinas de operação

Na rotina de operação os aspectos básicos a serem observados são:

- A manutenção rotineira otimiza o funcionamento do sistema;
- A manutenção preventiva constitui o elemento fundamental que envolve todas as peculiaridades engajadas na operação dos equipamentos;
- A redução das ações da manutenção corretiva é obtida pela análise causa efeito das falhas apontadas, fornecendo subsídio para a formação de "know-how" e elaborar reprogramações;
- A eficiência dos equipamentos é consequência da execução dos procedimentos corretos de manutenção e operação, bem como do aperfeiçoamento sistemático da equipe.

O total controle do sistema é permitido pelos procedimentos básicos das rotinas os quais podem ser agrupados nas categorias em que se divide o serviço de manutenção que são: manutenção de rotina, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Nos programas de controle de desgaste são coletadas informações nos equipamentos em regime de trabalho, que fornecem subsídios para avaliação do estado dos sistemas e componentes sujeitos a desgastes. O controle de desgastes permite avaliar com razoável antecedência quais os sistemas que poderão entrar em risco de pane, e providenciar suas intervenções em tempo hábil.

A manutenção preventiva é complementada pela ação de verificação e substituição de peças de desgaste normal, dentro dos prazos ideais previstos na análise seletiva.

- Manutenção em casos de urgência, intervenções para corrigir danos ocasionados por má operação, acidentes ou peças defeituosas (reduzidas

quando se opta por fornecedores tradicionais) compõem as manutenções corretivas.

Programa de manutenção: Intervenções programadas em consonância com o pessoal da operação, produção e avisadas com antecedência, quando forem emergenciais de características corretivas serão executados imediatamente procurando-se na medida do possível executá-las no horário entre os turnos de serviço, sendo o programa de trabalho da equipe de manutenção dimensionados com uma margem de folga para cobrir tais eventualidades.

## 6.2.15. Plano de Contingência e Emergência para o Novo aterro Sanitário de Limeira

### 6.2.15.1. Apresentação e Objetivo

Este plano está direcionado para o atendimento total do que se dizem respeito às presentes instruções e todos os regulamentos e instruções de serviço referente à Segurança, Meio Ambiente e Saúde, vigentes do novo aterro sanitário de Limeira, dos quais foram elaborados para atender a legislação vigente no país, proteger as pessoas e equipamentos do aterro e de suas contratadas e evitar danos a terceiros, à comunidade e ao meio ambiente.

Este plano foi criado com os objetivos de estabelecer uma estrutura de responsabilidade na tomada de decisão durante uma situação de emergência, que permita agilizar as ações com eficiência em qualquer ponto do empreendimento, reduzindo perigo potencial de lesões e mortes, danos à propriedade, ao meio ambiente e a toda coletividade; desenvolver ações para controle a emergência em conjunto com os Órgãos Federais, Estaduais, Municipais e com a sociedade em geral.

## 6.2.16. Programa de Prospeção e Resgate do Patrimônio Arqueológico

É recomendada como ação preventiva, antes do início de qualquer atividade correlacionada à

fase de instalação do empreendimento, a realização de uma campanha de prospecção arqueológica sistemática intensiva interventiva de superfície e de subsuperfície na ADA e atividades de registro e cadastramento dos bens de interesse na AID.

### 6.2.16.1. Objetivos

- Prevenir danos ao Patrimônio Arqueológico regional, protegido pela Constituição Federal e pela Lei 3.924/61;
- Verificar todos os locais vulneráveis do ponto de vista arqueológico (pré-colonial e histórico), antes de qualquer intervenção na área diretamente afetada pelo empreendimento que possa pôr em risco os bens culturais porventura existentes nos locais indicados;
- Avaliar novos impactos não detectados na fase de diagnóstico, elaborar proposição de medidas de controle desses impactos e caso sejam identificados bens de interesse, recomendar ao empreendedor as medidas mais adequadas à preservação ou ao estudo desses sítios, através da adoção de programas arqueológicos específicos.

### 6.2.16.2. Procedimentos Recomendados:

- Caminhamento intensivo (tipo varredura) para verificação de ocorrências arqueológicas afloradas em superfície nas áreas definidas como ADA do empreendimento;
- Prospeções sistemáticas interventivas em subsuperfície (poços-teste) para averiguação da ocorrência de vestígios arqueológicos enterrados, através da implantação de uma malha ortogonal, cujas intervenções, não devem distar mais do que 50 m entre uma e outra, abrangendo, dessa forma, todos os terrenos caracterizados como ADA do empreendimento;
- Registro de todo e qualquer vestígio arqueológico porventura identificado nos trabalhos prospectivos;





Tabela 9.7. Riscos Potenciais, Medidas de Controle e Monitoramento, Medidas de Contingência e Medidas de Emergência			
Riscos Potenciais	Medidas de Controle	Medida de Contingência	Medida de Emergência
Deslocamento ou desmoronamento de maciço/lixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamento topográfico do aterro;</li> <li>Levantamento topográfico do MS;</li> <li>Inspeção visual: identificação de trincas/fissuras/identificação de recalques pontuais/vistoria nos sistemas de drenagem implantados;</li> <li>Leituras dos níveis piezométricos;</li> <li>Leitura das depressões do interior do maciço;</li> <li>Medição de gases (concentração, vazão e tipo);</li> <li>Planejamento das linhas de drenagem de chorume e gás (tipos de drenos, localização e detalhamento);</li> <li>Planejamento do avanço da frente de descarga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconformação geométrica</li> <li>Retaludamento; *Implantação de bermas de equilíbrio;</li> <li>Recuo da célula;</li> <li>Implantação de Novas linhas de drenagem (reforço);</li> <li>Novas interligações nas linhas existentes</li> <li>Isolamento da área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evacuação da área;</li> <li>Acionamento de equipes internas responsáveis;</li> <li>Acionamento de entidades e órgãos competentes (Municipais, Estaduais e Federais);</li> <li>Paralisação temporária no recebimento de resíduos;</li> <li>Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas</li> </ul>
A) Deslocamento ou desmoronamento de maciço/lixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento geotécnico consubstanciando as várias medidas de controle e com avaliação do fator de segurança à estabilidade.</li> </ul>		
B) Deslocamento nos taludes de fundação em solos residuais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamento topográfico dos taludes;</li> <li>Proteção das encostas (jateamento com hidrosemeadura);</li> <li>Sistema de drenagem nas encostas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconformação;</li> <li>Retaludamento * Bermas de equilíbrio;</li> <li>Novas linhas de drenagem (reforço);</li> <li>Isolamento da área;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evacuação da área;</li> <li>Acionamento de equipes internas responsáveis;</li> <li>Acionamento de entidades e órgãos competentes (Municipais, Estaduais e Federais);</li> <li>Paralisação temporária no recebimento de resíduos quando ocorrer interferência direta no processo de disposição;</li> <li>Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas.</li> </ul>
C) Vazamento de gás proveniente das linhas de drenagem do aterro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento do entorno do empreendimento com leitura do risco de explosão, através do equipamento tipo explosímetro;</li> <li>Inspeção visual: identificação de trincas/fissuras/identificação de recalques pontuais/vistoria nos sistemas de drenagem implantados);</li> <li>Cobertura intermediária e final com terra e grama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconformação;</li> <li>Retaludamento;</li> <li>Bermas de equilíbrio;</li> <li>Novas linhas de drenagem;</li> <li>Isolamento da área;</li> <li>Interligação das linhas existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evacuação da área;</li> <li>Acionamento de equipes internas responsáveis;</li> <li>Acionamento de entidades e órgãos competentes (Municipais, Estaduais e Federais);</li> <li>Paralisação temporária no recebimento de resíduos quando ocorrer interferência direta no processo de disposição;</li> <li>Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas.</li> </ul>
D) Vazamento de chorume	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vistoria e identificação de eventuais pontos de surgência;</li> <li>Reforço no sistema de drenagem de chorume;</li> <li>Implementação de "Leiras" nos pés de talude de resíduo (diques de terra) quando necessário;</li> <li>Medição das vazões de chorume (piezométricas e lagoas);</li> <li>Medição dos índices pluviométricos;</li> <li>Existência de equipamento reserva para recalque;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Reconformação;</li> <li>Retaludamento;</li> <li>Novas linhas de drenagem (reforço);</li> <li>Interligação das linhas existentes;</li> <li>Utilização de geradores assegurando o funcionamento contínuo dos equipamentos de recalque;</li> <li>Desvio e/ou contenção nas linhas de drenagem de água pluvial na eventualidade de vazamento de chorume;</li> <li>Substituição imediata dos equipamentos de recalque (bóias, sensores, mangotes, bombas e equipamentos elétricos) danificados;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acionamento de equipes internas responsáveis;</li> <li>Execução de diques de concentração no corpo de água a jusante do empreendimento;</li> <li>Drenagem por bombeamento do líquido retido;</li> <li>Comunicação aos órgãos de controle ambiental;</li> <li>Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas;</li> <li>Paralisação temporária no recebimento de resíduos quando ocorrer interferência direta no processo de disposição.</li> </ul>

Tabela 9.7. Riscos Potenciais, Medidas de Controle e Monitoramento, Medidas de Contingência e Medidas de Emergência

D) Vazamento de chorume	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vistoria periódica e controle dos equipamentos de transporte de chorume (pesagem/lacração/tickets de remessa/carimbo e assinatura da SA-BESP no ponto de recebimento);</li> <li>• Planejamento das linhas de drenagem de chorume (tipos de drenos, locação e detalhamento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Execução de diques de contenção para barrar o eventual encaminhamento de chorume para as linhas de drenagem;</li> <li>• Isolamento da área</li> </ul>	
E) Colisão e/ou tombamento de veículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento das vias de acesso com especial atenção aos limites máximos de inclinação de rampa, raio de curvatura mínima, fluxo e direcionamento do tráfego;</li> <li>• Sinalização e iluminação dos acessos;</li> <li>• Manutenção constante das vias internas;</li> <li>• Divulgação das normas internas de procedimento e conduta através de informativos periódicos;</li> <li>• Vistoria periódica da frota de equipamentos;</li> <li>• Inspeção visual com identificação de trincas/fissuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de geradores assegurando fornecimento de energia para iluminação dos acessos e pátios de manobra;</li> <li>• Isolamento de área e utilização de sinalização de segurança.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acionamento de equipes internas responsáveis;</li> <li>• Acionamento de entidades e órgãos competentes (Municipais, Estaduais e Federais);</li> <li>• Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas.</li> </ul>
F) Acidente de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamento e inspeção das áreas de risco;</li> <li>• Treinamento/orientação periódicas das equipes;</li> <li>• Fornecimento de EPI (equipamento de proteção individual);</li> <li>• Sinalização e iluminação das áreas de trabalho;</li> <li>• Utilização de máquinas ferramentas e materiais adequados ao uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atendimento de primeiros socorros;</li> <li>• Utilização de geradores assegurando fornecimento de energia e assim iluminação dos acessos, pátios de manobra, áreas de circulação e administrativas;</li> <li>• Isolamento da área e utilização de sinalização de segurança.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acionamento de equipes internas responsáveis;</li> <li>• Acionamento de entidades e órgãos competentes (Municipais, Estaduais e Federais);</li> <li>• Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas.</li> </ul>
G) Acidente de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção dos mecanismos de abastecimento; *Levantamento e inspeção das áreas de risco;</li> <li>• Treinamento/orientação periódicas das equipes;</li> <li>• Fornecimento de EPI (equipamento de proteção individual);</li> <li>• Sinalização e iluminação das áreas de trabalho;</li> <li>• Utilização de máquinas ferramentas e materiais adequados ao uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atendimento de primeiros socorros;</li> <li>• Isolamento da área e utilização de sinalização de segurança.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acionamento da brigada de emergência interna;</li> <li>• Evacuação da área;</li> <li>• Acionamento de entidades e órgãos competentes (Municipais, Estaduais e Federais);</li> <li>• Avaliação de riscos imediatos, futuros e ações corretivas.</li> </ul>
<b>Procedimentos Imediatos</b>			
<b>Ocorrência</b>	<b>O que deve ser feito</b>	<b>Ordem de quem deve ser avisado</b>	<b>Quem deve fazer</b>
A) Deslocamento ou desmoronamento do maciço/lixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar o fato imediatamente;</li> <li>• Evacuar a área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica de segurança do trabalho;</li> <li>• Gerência da unidade;</li> <li>• Corpo de bombeiros;</li> <li>• Defesa Civil;</li> <li>• Acessoria de imprensa;</li> <li>• Brigadistas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilantes;</li> <li>• Encarregados operacionais e demais funcionários.</li> </ul>
B) Deslocamento nos taludes de fundação em solos residuais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar o fato imediatamente;</li> <li>• Evacuar a área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica de segurança do trabalho;</li> <li>• Gerência da unidade;</li> <li>• Corpo de bombeiros;</li> <li>• Defesa Civil;</li> <li>• Acessoria de imprensa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilantes;</li> <li>• Encarregados operacionais e demais funcionários.</li> </ul>

Tabela 9.7. Riscos Potenciais, Medidas de Controle e Monitoramento, Medidas de Contingência e Medidas de Emergência			
C) Vazamento de gás proveniente das linhas de drenagem do aterro	• Comunicar o fato imediatamente.	• Gerência da unidade; • Técnica de segurança do trabalho; • Brigadistas.	• Vigilantes; • Encarregados operacionais e demais funcionários.
D) Vazamento de chorume	• Comunicar o fato imediatamente.	• Gerência da unidade; • Técnica de segurança do trabalho; • Brigadistas.	• Vigilantes; • Encarregados operacionais e demais funcionários.
E) Colisão e/ou tombamento de veículos	• Comunicar o fato imediatamente.	• Técnica de segurança do trabalho; • Brigadistas; • Corpo de bombeiros; • Gerência da unidade; • Acessoria de imprensa;	• Vigilantes; • Encarregados operacionais e demais funcionários.
F) Acidente de trabalho	• Comunicar o fato imediatamente.	• Técnica de segurança do trabalho; • Brigadistas; • Corpo de bombeiros; • Gerência da unidade; • Acessoria de imprensa;	• Vigilantes; • Encarregados operacionais e demais funcionários.
D) Vazamento de Combustível	• Comunicar o fato imediatamente; • Evacuar a área.	• Técnica de segurança do trabalho; • Brigadistas; • Gerência da unidade.	• Vigilantes; • Encarregados operacionais e demais funcionários.

- Curadoria e análise, em laboratório, de eventuais bens arqueológicos coletados;
- Síntese e interpretação dos dados obtidos;
- Elaboração de relatório técnico ao IPHAN, com os resultados das pesquisas e as recomendações no caso de terem sido identificados bens arqueológicos em risco.

O programa arqueológico deverá contar com a respectiva aprovação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, através da contratação de um arqueólogo responsável, o qual deverá elaborar e apresentar projeto a esse órgão, de acordo com as especificações contidas nas Portarias IPHAN nº 07/1988 e nº 230/2002, para obtenção da permissão / autorização de pesquisa. Ainda, esse programa deverá ser desenvolvido pelo empreendedor e coordenado pelo arqueólogo devidamente autorizado pelo IPHAN, de acordo com o disposto na Portaria supracitada.



## 7. PLANO DE MELHORIA NAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO ATERRO - RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

### 7.1. OBJETIVO DO PLANO

Este tópico tem como objetivo delinear as ações a serem contempladas no posterior recuperação ambiental da área destinada ao empreendimento em questão, considerando a natureza e extensão das alterações impostas pelo empreendimento.

### 7.2. PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DO PLANO

O princípio norteador do Plano de Recuperação Ambiental do empreendimento é a reintegração da área à paisagem regional obedecendo a um uso compatível com as novas características edáfico-estrutural impostas pela natureza do empreendimento.

As diretrizes desse Plano consideram as seguintes ações:

- **Recomposição topográfica** – a recomposição topográfica tem como objetivo principal promover alterações na estrutura da paisagem com finalidade de garantir a sustentabilidade do ambiente frente a uma nova relação de forças endógenas e exógenas decorrentes de uma grande perturbação. Dependendo do nível de degradação, do relevo e das características do substrato remanescente pode ser considerada a parte crítica da recuperação de áreas drasticamente alteradas porque a nova paisagem deverá permitir que a vegetação implantada se estabeleça, impactos ambientais sejam mitigados e o sistema apresente sustentabilidade. Desta maneira, a recomposição da topografia é um fator de extrema importância para o sucesso do trabalho de recuperação, uma vez que envolve a remodelagem do terreno, redirecionando linhas de drenagem sub e superficiais visando à proteção contra erosão e integração da paisagem local;
- **Remoção de maquinário e infra-estruturas móveis** – esses elementos deverão ser removidos

dos locais de operação a fim de proporcionar uma nova modalidade de uso e ocupação da área a ser recuperada;

- **Desmobilização de mão de obra** – os recursos humanos excedentes à execução desse Plano deverão ser desmobilizados e realocados em novos locais e funções. Na área do empreendimento deverá constar apenas o pessoal de execução das atividades previstas na recuperação da área, monitoramento ambiental e vigias;
- **Condicionamento do substrato de plantio** – o condicionamento do substrato tem como objetivo permitir que as espécies vegetais implantadas se estabeleçam e apresentam taxa de crescimento adequada as condições climáticas da região. Para tanto, o substrato não deve apresentar restrições de caráter físico, químico ou biológico. Nesse sentido, uma atenção especial deve ser direcionada ao solo proveniente de áreas de empréstimo para a cobertura das células e taludes. Solos superficiais podem conter a memória genética da vegetação previamente estabelecida, e, portanto, o monitoramento por meio de indicadores de recuperação deve ser criterioso. Após a aplicação de solo superficial, o uso de corretivos de acidez e fertilizantes deve ser baseado em recomendações técnicas elaboradas a partir de um bom programa de amostragem e análise do substrato final de plantio.
- **Seleção de Espécies** – deverão obedecer as características de porte e tipo de sistema radicular compatíveis com a profundidade do solo nos locais de plantio. A seleção de espécies deve considerar ainda o uso de espécies que promovam uma boa cobertura do solo em tempo hábil de se evitar o início de processos erosivos. As espécies herbáceo-arbustivas são as mais indicadas para a recomposição vegetal das células e taludes, assim como as espécies arbustivo-arbóreas deverão compor os reflorestamentos heterogêneos em locais de solos profundos fora da área

de aterramento propriamente dita. A seleção de espécies a serem utilizadas na revegetação da área deve ter como base levantamentos florísticos e fitossociológicos do entorno ou por meio de levantamentos de espécies indicadas nos instrumentos legais para o Estado de São Paulo. Em função dos objetivos do processo de revegetação e das características da área, diferentes abordagens podem ser utilizadas na escolha das espécies. A caracterização das espécies quanto ao seu enquadramento sucessional (pioneira, secundária inicial ou tardia, clímax) ou quanto a sua distribuição natural (raras e comuns) são abordagens comumente utilizadas em revegetação;

- **Plantio** – O plantio de espécies vegetais deve propiciar a reintegração da área à paisagem do entorno por meio do plantio de espécies vegetais previamente selecionadas em função de suas características e local de plantio. Para taludes e encostas de maior declividade o plantio de espécies herbáceas e abustivas podem ser realizados manualmente ou por hidrossemeadura. Características físicas do substrato, acesso, disponibilidade de recursos e mão de obra e extensão são fatores que condicionam o processo de plantio. Para taludes de elevada declividade e que não podem ser suavizados, o uso de mantas (geotextil) tem proporcionado bons resultados, desde que as espécies selecionadas sejam adequadas para a região;
- **Práticas Culturais de Manutenção** – A manutenção da vegetação implantada é fundamental para a sustentabilidade do sistema e mitigação de impactos ambientais. Entre as principais práticas culturais destacam-se: replantio, adubações de cobertura e combate a formigas.

### 7.3. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO E CUSTOS ENVOLVIDOS

Tanto o cronograma e custos de implantação deverão ser dimensionados à época de sua execução.

## 7.4. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DAS ÁREAS EM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO

Para uma recuperação ambiental plenamente satisfatória é essencial a adoção de medidas de monitoramento e manutenção das áreas em processo de recuperação.

O monitoramento ambiental (qualidade do ar, emissão de gases, qualidade de águas, solo, etc.) é uma prática já bastante incorporada nos procedimentos administrativos de aterros em fase de encerramento. Nesse sentido, os objetivos e metodologias pertinentes a estes compartimentos ambientais já são previstos em outros tópicos presentes no escopo desse estudo. Nesse sentido, será dada ênfase aqui no plano de monitoramento do processo de recuperação das áreas revegetadas.

O monitoramento do processo de recuperação ambiental das áreas revegetadas deve ser realizado por meio de avaliação de indicadores de qualidade do solo e da dinâmica da vegetação.

### 7.4.1. Indicadores de Qualidade de Solo

Será estabelecido, no entorno do empreendimento, uma área não degradada, preferencialmente nos ambientes florestais, para o estabelecimento de parcelas amostrais de referência para comparação de resultados obtidos com as amostragens das áreas em recuperação. Para o monitoramento de indicadores químicos e biológicos de qualidade de solo serão estabelecidas nas áreas a ser recuperadas um número significativo, ainda a ser determinado, de parcelas amostrais de 10x15 m.

### 7.4.2. Fauna Edáfica

Para a caracterização da fauna edáfica a cada seis meses serão instaladas, armadilhas do tipo pitfall para a captura da fauna de solo, dispostas ao longo de transectos e com intervalos de 5m. O modelo de armadilha a ser utilizado mede nove cm

de diâmetro e 11 cm de altura e será enterrada no solo, preservando a borda do recipiente ao nível do solo. Uma solução alcoólica de 50% deve ser utilizada como líquido coletor. As armadilhas permanecem em campo por seis dias, ao fim dos quais serão recolhidas e seu conteúdo transferido para frascos contendo álcool 70%. Em laboratório, as amostras serão tiradas sob lupa binocular e a fauna do solo será identificada em ordem ou família, sendo registradas suas respectivas abundâncias. Será estimado o número de indivíduos capturados por armadilhas por dia e o respectivo erro padrão. Para a determinação da diversidade serão calculados o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), índice de equabilidade de Pielou ( $J$ ) e a riqueza de grupos.

### 7.4.3. Indicadores Químicos de Qualidade de Solo

A amostragem de solo será realizada uma vez por ano, de forma aleatória, retirando-se seis amostras simples em cada parcela amostral nas profundidades de 0-2,5; 2,5-7,5 e 7,5-20 cm, que serão peneiradas com peneira de malha circular (2mm de diâmetro) em campo e misturadas retirando-se cerca de 500g, constituindo-se uma amostra composta por parcela e por profundidade. As amostras serão analisadas quanto: pH em água, P, K, Fe, Zn, Cu, Mn e Na disponível (Mehlich-1); Ca, Mg e Al trocáveis, acidez total ( $H+Al$ ) e carbono orgânico total (COT). Com as variáveis determinadas serão calculadas a soma de bases (SB), CTC efetiva ( $t$ ), CTC total ( $T$ ), saturação por bases ( $V$ ) e saturação por alumínio ( $m$ ).

### 7.4.4. Indicadores Biológicos de Qualidade de Solo

A amostragem do solo para avaliação de indicadores de qualidade biológicos de qualidade de solo será realizada na profundidade de 0 a 10 cm em dois períodos distintos do ano: julho e fevereiro. As amostras serão analisadas quanto ao carbono (CBM) e nitrogênio da massa microbiana (Islam & Weil 1988). A

### 7.4.5. Avaliação da Cobertura Vegetal

Para a avaliação da vegetação arbórea, cobertura do solo e regeneração natural, três parcelas permanentes de 10x10 m serão demarcadas em trechos distintos da área a ser recuperada, assim como no ambiente florestal (preferencialmente o mesmo utilizado para Indicadores de Qualidade de Solo). Anualmente serão realizadas avaliações para identificação botânica de indivíduos arbóreos e arbustivos, verificada a frequência e estimada a altura de cada indivíduo. Para espécies pertencentes aos outros hábitos será avaliada a porcentagem de cobertura do solo por elas representada. A partir das informações levantadas serão determinadas as frequências média de indivíduos e o número médio de espécies arbustivo-arbóreos.

## 7.5. PLANOS DE MONITORAMENTO

Os planos de monitoramento, visando à eficiência no processo de inertização do maciço de resíduos, serão dependentes da legislação vigente no período de encerramento do aterro, assim, os parâmetros e padrões adotados ficam sujeitos às exigências legais deste período. Destaca-se, no entanto, que os objetivos dos monitoramentos permanecem os mesmos descritos no plano de fechamento do atual aterro. Além disso, devem ser realizados todos os monitoramentos lá descritos, a saber, o monitoramento geotécnico e o monitoramento ambiental contemplando todas as suas subdivisões (monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, de percolados, de solo e de gases) garantindo desta forma o bom desempenho do aterro em seu processo de recuperação. Os monitoramentos do plano de fechamento do aterro deverão ainda ser extensões dos monitoramentos executados ao longo do período de vida útil do aterro em seu processo de operação, devendo ser levados em conta os dados dos relatórios anteriores para análise e levantamento histórico de ocorrências de forma a melhorar a eficácia.



A responsabilidade de implementação dos planos de monitoramento geotécnico e ambiental é do empreendedor.

## 7.6. PLANO EMERGENCIAL

Ainda que o empreendimento proposto opere em condições ideais, a deposição de resíduos traduz-se numa atividade potencial geradora de riscos com graves conseqüências como lesões, mortes, danos à propriedade, ao meio ambiente e a toda coletividade. Assim, há a necessidade de um plano que abranja situações emergenciais diversas, detalhando as medidas a serem adotadas de forma a agilizar as ações mitigadoras e reparatórias com eficiência em qualquer ponto do empreendimento, reduzindo o perigo potencial dos danos. No que se refere à comunicação em casos de ocorrências que envolvam riscos, esta deve ser realizada de forma que a informação alcance todas as entidades envolvidas. Nestes casos, também será realizada a avaliação dos riscos imediatos e futuros e um levantamento de ações corretivas. As medidas emergenciais e de contingência para casos de deslocamento nos taludes de fundação em solos residuais, vazamento de gás proveniente das linhas de drenagem do aterro e vazamento de chorume, as medidas de emergência e de contingência serão as mesmas adotadas em 10.6.12, destacando-se que a eficiência de sua aplicabilidade depende da agilidade no tempo de resposta à ocorrência e nas tecnologias aplicadas para execução das medidas.

Este plano deve ser executado em conjunto com órgãos federais, estaduais, municipais e com a sociedade em geral, uma vez que a colaboração por parte de todos esses setores é necessária em casos emergenciais, dependendo do tipo de risco em questão, no entanto a implantação do plano é de responsabilidade do empreendedor.

## 7.7 ALTERNATIVAS DE REQUALIFICAÇÃO DA ÁREA

A requalificação do empreendimento será realizada após o término de sua vida útil e passado o

tempo reativo do local. A requalificação será realizada com a participação efetiva da comunidade, uma vez que esta, conforme previsto no plano de comunicação social estará consciente e envolvida com todo o ciclo de vida do aterro, desde sua concepção até sua recuperação. Desta forma, a área será requalificada ambientalmente, se reintegrando ao entorno atendendo anseios, expectativas e necessidades da população diretamente afetada. Como a localização do novo aterro será em frente ao atual, sugere-se que o uso final deste se correlacione ao uso final adotado para o atual aterro, uma vez que ambos encontram-se dentro de um mesmo cenário, tanto com relação a aspectos ambientais quanto sociais. Desta forma, o uso futuro deste empreendimento deverá adequar-se às atividades que estarão sendo desenvolvidas no local do atual aterro, ou seja, deverá ser feita uma extensão das alternativas apresentadas anteriormente. A implantação de tais usos fica sob responsabilidade do empreendedor, e fica sujeita ainda a alterações que possam ser geradas devido à possibilidade de surgimento e aplicação de novas tecnologias para o desenvolvimento da requalificação de áreas de aterros, visto que o empreendimento prevê vida útil de operação de 50 anos.

Uma vez que as atividades de encerramento do aterro deverão ser executadas concomitantemente com as atividades de operação do mesmo, a cada célula finalizada, espera-se, ao final das etapas de operação que a área encontre-se em condições favoráveis de recuperação, sem necessidade de grandes intervenções. Ressalta-se ainda, que as atividades descritas no presente plano podem sofrer alterações de acordo com o surgimento de novas tecnologias e necessidades locais. No entanto, se as atividades propostas forem devidamente executadas, o aterro deverá apresentar retorno positivo quanto a sua recuperação e poderá ser reintegrado ao contexto urbano do município de forma eficiente.

## 8. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Tomando-se como base todos os aspectos expostos anteriormente e entendendo-se que o empreendimento projetado poderá desenvolver-se em bases sustentáveis e de integração com o meio ambiente local, conclui-se que é possível, através da implantação de medidas de controle e programas ambientais recomendados no presente EIA/RIMA, se atingir uma situação de conciliação dos interesses e obrigações do empreendedor, do cunho social, legal e de preservação da saúde pública e, da mesma forma, de atendimento das necessidades e direitos das comunidades, localizadas na região de inserção do empreendimento.

Assim, diante dos resultados obtidos pelos estudos multitemáticos ora apresentados e, também, das considerações apresentadas acima, conclui-se que a implantação e a operação do empreendimento são ambientalmente viáveis, recomenda-se portanto que a Licença Prévia seja concedida pela SMA - Secretaria de estado do Meio Ambiente.

## 9. EQUIPE TÉCNICA

**Coordenador Geral**

**Dr. Wilson Marcelo da Silva Junior**

Biólogo

CRBio-01 57537

**Coordenação Administrativa**

**Virgínia E. Simonini e Silva**

Gestora Ambiental

**Projeto Executivo de Engenharia**

**Alex Gibelli**

Engenheiro Civil

CREA-SP 5062383105

**Diagramação e Projeto Gráfico**

**Carlos Joaquim Einloft**

Administrador

### MEIO FÍSICO

**Coordenação**

**Antonio Maganin Sobrinho**

Geólogo - CREA-SP0600385007

**Caracterização Climática e Qualidade do Ar**

**Eduardo Antonio Licco**

Engenheiro Industrial (Químico)

CREA-SP 0600455735

**Nível de Ruídos**

**Marco Aurélio Penavel**

Engenheiro Mecânico

CREA-SP 0682262549

**Geologia, Geomorfologia,**

**Geotecnia e Hidrogeologia**

**Edson Gomes de Oliveira**

Geólogo - CREA-SP 0600462000

**Solos**

**Rafael M. Beirigo**

Engenheiro Agrônomo

**Recursos Hídricos e Qualidade das Águas**

**Luis F. Sanglade Marchiori**

Engenheiro Agrônomo

CREA-SP 0601543557

**Geofísica**

**Odirlei Neumann**

Geofísico

CREA-SP 0925740

### MEIO BIÓTICO

**Herpetofauna**

**Ms. Eduardo Hermógenes Moretti**

Biólogo

CRBio 64694



**Avifauna****Ms. Paulo Affonso F. Pires Neto**Eng. Florestal  
CREA-SP 5062069780**Mastofauna****Milena Giorgetti**

Bióloga

**Invertebrados Bentônicos Aquáticos****Dra. Fernanda Sguizzatto de Araújo**

Bióloga

**MEIO SOCIOECONÔMICO****Dorival José Maistro**

Economista

**Arqueologia****Ms. Lúcia de Jesus Cardoso O. Juliani**

Arqueóloga

**Geoprocessamento****Guilherme G. A. de Carvalho**

Geógrafo

**APOIO****Rui Barbosa Paula Lopes**Diretor Obras e Serviços Urbanos  
Prefeitura Municipal de Limeira**João Guizard**Engenheiro Sanitarista  
Prefeitura Municipal de Limeira**Maridelia Rios Gonzaga**

Engenheira Agrônoma

**Thalita Aparecida Rissi**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental

**Talita Bertoncini**

Engenheira Ambiental

**Laís Poppin Torin**

Graduanda em Engenharia Ambiental

**Amanda R. M. da Silva**

Graduanda em Ciências Biológicas

**Paulette Campos**

Administrativo

**Marco Paulo Brusselmans**Técnico Agrícola  
CREA 50631165**Késia Dell Duccas**

Engenheira Ambiental

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIL – Associação Comercial e Industrial de Limeira. Disponível em: <<http://www.acil.org.br/site/>>, acesso em: 4 ago. 2009.
- ALBERTE, E.P.V.; CARNEIRO, A.P.; KAN, L. Recuperação de áreas Degradadas por Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos. Diálogos & Ciência – Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III, n. 5, jun. 2005.
- ALEIXO, A.; VIELLIARD, J.M. 1995. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 12, n.3, p. 493-511.
- ALLEGRINI, M.F. Avifauna como possível indicador biológico dos estádios de regeneração da Mata Atlântica. São Paulo, SP, 1997. 161p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, 1997.
- ANJOS, L. 2001. Bird communities in five Atlantic Forest fragments in southern Brazil. Ornitologia Neotropical, v. 12, p.11-27.
- ANTUNES, A. Z. 2005. Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no Sudeste do Brasil. Arara-juba, v. 13, n. 1, p. 47-61.
- AQUINO, L., BASTOS, R., REICHLE, S., SILVANO, D., BALDO, D. AND LANGONE, J. 2004. Scinax fuscovarius. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- ASTON, R.J., 1973, Tubificidae and water quality: a review. Environ. Pollut., 5: 1-10.
- ASTON, R.J., 1973, Tubificidae and water quality: a review. Environ. Pollut., 5: 1-10.
- AVELAR, S.A. Avaliação do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Coronel Fabriciano – Minas Gerais. Centro Universitário de Caratinga. Dissertação de Mestrado. Caratinga – MG, 106 p., 2006.
- BALDISSERI, F. 2006. Rhinella ornata. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- BARROSO, I.M.. Camadas de Cobertura de Aterro de Resíduos Sólidos: Estudo Preliminar de Casos. Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro – RJ, 128 p., 2008.
- BECKER, M.; DALPONTE, J.C. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Um guia de campo. 2.ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991. 180p.
- BORGES, P.A.L.; TOMAS, W.M. Guia de Rastros e Outros Vestígios de Mamíferos do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 139p. 2004.
- BORTOLUZZI, L.R.; CARVALHO, A. V.; CASTILLO A. R.; QUEROL, E.; QUEROL, M. V. M. Anomuros do gênero Aegla leach, 1820 (crustacea, decapoda, aeglidae) como bioindicador no arroio imbaá, uruguaiana, rio grande do sul. Biodiversidade Pampeana, v. 5, n. 2, p. 9-13, 2007.
- BRIANI, D.C., SANTORI, R.T., VIEIRA, M.V. e GOBBI N. Mamíferos não-voadores de um fragmento de mata mesófila semidecídua, do interior do Estado de São Paulo, Brasil. Holos Environment, 1: 141-149, 2001
- BROWN, K.S.Jr.; BROWN, G.G. 1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests; In: Whitmore, T.C. et al. (Eds.) Tropical Deforestation and Species Extinction. Chapman & Hall, London.
- CARAMASCHI, U AND RODRIGUES, M.T. 2004. Hypsiboas lundii. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 26 April 2009.
- CARVALHO JR., O.; LUZ, N.C. Pegadas: Séries Boas Práticas. Belém – PA: EDUFPA, 2008. 64p.
- CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). 2008. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, São Paulo. Disponível em <<http://www.ib.usp.br/cbro>> (acessado em maio de 2009).

- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 2007. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Série relatórios. [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp). Downloaded on 01 Junho 2009.
- CETESB. 2007. Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2007. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 537p. (Série Relatórios).
- CETESB. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo / Dorothy C. P. Casarini [et al.]. - São Paulo : CETESB, 2001. 73 p. + ap.: il.; 30 cm. - (Série Relatórios Ambientais).
- CETESB. Relatório de Qualidade do Ar, 2009. São Paulo. CETESB, 2010.
- CHAME, M. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Inst. Instituto Oswaldo Cruz* vol.98 suppl.1 Rio de Janeiro Jan. 2003 *Oswaldo Cruz* vol.98 suppl.1 Rio de Janeiro, 2003.
- CLEARY, D.F.R.; GENNER, M.J.; BOYLE, T.J.B.; SETYAWATI, T.; ANGRAETI, C.D.; MENKEN, S.B.J. 2005. Association of birds richness and community composition with local and landscape-scale environmental factors in Borneo. *Landscape Ecology*, v. 20, n. 8, p. 989-1001.
- CONNEL, J.H.; SLATYER, R.O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, Chicago, v.111, n.982, p.1119-1144.
- CONTE C. E. AND ROSSA-FERES C. 2006. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (1): 162-175.
- CORBI, J. J. Influência de práticas de manejo de solo sobre os macroinvertebrados aquáticos de córregos: ênfase para o cultivo de cana-de-açúcar em áreas adjacentes. Tese de Doutorado. PP-GERN/UFSCar, São Carlos, SP. 2006. 92p
- COSTA, J.M.; SOUZA, L.O.I.; OLDRINI, B.B. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil. *Comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata)*. Publicações avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v. 99, p. 3-42. 2004.
- COURTENAY, O.; MAFFEI, L. Crab-eating fox (*Cerdocyon thous*). In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN, M.; MACDONALD, D.W. (Ed.). *Canids: fozes wolves, jackals and dogs*. Oxford: Information Press, 2004. p.32-38.
- DAVIES, R.W. & GOVEDICH, F.R., 1991, Annelida: Euhirudinea and Acanthobdellidae. In: Thorp, J.H.; Covich, A.P. (eds), *Ecology and classification of north American freshwater invertebrates*. Academic Press, San Diego, pp. 465-504.
- DE VIVO, M. 1996. Estudo da diversidade de espécies de mamíferos do Estado de São Paulo. 1996a.
- DONATELLI, R.J.; VIEIRA DA COSTA, T.V.; FERREIRA, C.D. 2004. Dinâmica da avifauna em fragmento de mata da Fazenda Rio Claro, Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 97-114.
- DOTTA, G. Diversidade de mamíferos de médio e grande porte em relação à paisagem da bacia do rio Passa-cinco, São Paulo. 2005. 116f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.
- DOTTA, G. e VERDADE, L.M. Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. *Biota Neotropica* v.7, n.2, p 287-292, 2007.
- DUELLI, P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture Ecosystem Environment*, v. 62, p. 81-91.
- EMBRAPA. 2009. Monitoramento por satélites – fauna de Campinas. <http://www.fauanacps.cnpm.embrapa.br/listas.html>. Downloaded on 20 April 2009.
- EMBRAPA. Inventário e caracterização da fauna de vertebrados selvagens de Campinas. Disponível em <http://www.fauanacps.cnpm.embrapa.br/mamifero/mamifero.html>





- ESTEVES, F.A., 1998, Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência/ FINEP, Rio de Janeiro, 2ed., 578p.
- FAABORG, J. 1979. Qualitative patterns of avian extinction on Neotropical landbridge islands: lessons for conservation. J. Appl. Ecol., v. 16, p. 99-107.
- FEARNSIDE, P.M. 1990. Environmental destruction in the Brazilian Amazon. pp. 179-225 In: D. Goodman & A. Hall (editors). The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development? Macmillan, London, U.K. 419 pp.
- FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán, 2001. 282 p.
- FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G., et al. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. Washington, Conservation International. 38 p. 1996.
- FRANÇA, R. S. A comunidade de Invertebrados Bentônicos nos Reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos (Baixo Rio Tietê - SP). São Carlos. 2006 124p. Tese (Doutorado) - UFSCar.
- FROELICH, C.G. (org.). 2007. Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>
- GONÇALVES, E.G., LORENZI, H. 2007. Morfologia Vegetal - Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia das Plantas Vasculares. Editora Plantarum, Nova Odessa, SP, 416 p.
- GRILLO, N.L. 2001. Balanço hídrico parcial de um trecho da Bacia do Rio Piracicaba. Revista de Ciência & Tecnologia. São Paulo, SP, v. 8, n. 17, pp. 19-28
- GUELLER-COSTA, C., VERDADE, L.M E ALMEIDA, A.F. Mamíferos não-voadores do Campus "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. Rev. Brás. Zool. 19(2):203-214, 2002.
- GUIZARD, J.B.R. et al.. Aterro Sanitário de Limeira: Diagnóstico Ambiental. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 1, p. 072-081, jan/jun 2006.
- GUZZO, P. Áreas Verdes Urbanas. Programa Pró-Ciência - Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/areasverdes.html>>. Acesso em: 10 ago. 2009.
- HADDAD, C.F.B. 1998. Biodiversidade dos anfíbios no estado de São Paulo. In: Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil. Síntese do conhecimento ao final do século XX. 6. Vertebrados. (R. Castro, ed.). FAPESP, São Paulo, p.17-26.
- HADDAD, L. Caracterização da comunidade de mamíferos de médio e grande porte na Fazenda Nova América, Cabrália Paulista - SP. Trabalho de conclusão (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008.
- HAUER, F.R. & V.H. RESH. 1996. Benthic macroinvertebrates, p. 339-369. In: F.R. HAUER & G.A. LAMBERTI (Eds). Stream ecology. San Diego, Academic Press, 674p.
- HENRIQUES-OLIVEIRA, A.L.; DORVILLÉ, L.F.M.; NESSIMIAN, J.L. Distribution of Chironomidae larvae fauna (Insecta: Diptera) on different substrates in a stream at Floresta da Tijuca, RJ, Brazil. Acta Limnol. Bras., v. 15, p. 69-84. 2003
- HURLBERT, S.H., RODRIGUEZ, G., & SANTOS, N.D. 1981. Aquatic Biota of Tropical South America. San Diego State University, San Diego.
- IMBIMBO, H. R. V. Avaliação da Qualidade Ambiental, Utilizando Invertebrados Bentônicos, nos Rios Atibaia, Atibainha e Cachoeira, SP. São Paulo. 2006 124p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.
- IUCN. 2008. IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- IVANAUSKAS, N.M. E RODRIGUES, R.R. 2000. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. Revista brasileira de Botânica. São Paulo, V.23, n.3, p.291-304.
- JORGE, F.N.; BAPTISTI, E.; GONÇALVES, A. Monitoramento em Aterros Sanitários nas Fases de Encerramento e de Recuperação: Desempenhos

- Mecânico e Ambiental. ABGE. Seminário Sobre Resíduos Sólidos RESID'2004, 2004.
- KLEINE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 17, n. 1, p. 81-90. 2005.
- KREBS, C.J. 2001. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 5th edition, Benjamin-Cummings Pub. Co., New York, 695p.
- KWET, A. AND GARCIA, P. 2004. *Hypsiboas prasinus*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- LAVILLA, E., AQUINO, L., KWET, A. AND BALDO, D. 2004. *Hypsiboas faber*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- LIMEIRA ON LINE. Hidrografia de Limeira. Disponível em: <<http://www.limeiraonline.com.br/>>, acesso em 4 ago. 2009.
- MaCARTHUR, R.H.; KARR, J.R.; DIAMOND, J.M. 1972. Density compensation in island faunas. *Ecology*, v. 53, p. 330-342.
- MACHADO, R.B.; LAMAS, I.R. 1996. Avifauna associada a um reflorestamento de eucalipto no município de Antônio Dias, Minas Gerais, Arara-juba, v. 4, n. 1, p. 15-22.
- MAGALHÃES, J.C. 1992. As Aves da Fazenda Barreiro Rico. São Paulo, 215 pp.
- Marcelo Del Grande M. and Rezende M. O. O. 2003. Distribuição de compostos organoclorados nas águas e sedimentos da Bacia do Rio Piracicaba/ SP – Brasil. *Quim. Nova* 26 (5): 678-686.
- MEINERZ, C.C. et. al.. Estudo de Caso para Recuperação Paisagística do Aterro Sanitário de Toledo – PR. 2nd International Workshop | Advances in Cleaner Production - Key Elements for a Sustainable World: Energy, Water and Climate Change. São Paulo, mai. 2009.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS 1984. An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque, Kendall & Hunt, 2nd ed., 722p.
- MIJARES, A. TREFAUT, M. AND BALDO, D. 2004. *Phyllaemus cuvieri*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- MIRANDA, J. R. Anfíbios e répteis no PCJ. In: Panorama do Meio Ambiente: Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PCJ (Miranda J. R., ed.). Campinas: Komedi, 2005. p. 92-95.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index>.
- MOTTA-JUNIOR, J. C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. *Arara-juba, Rio de Janeiro*, n. 1, p. 65-71.
- MULLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York. Wiley.
- NAVAS-PEREIRA, D.; HENRIQUE, R. M. Aplicação de índices biológicos numéricos na avaliação da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 2, p. 441-450, 1996.
- NEWTON, A.C. 2007. *Forest Ecology and Conservation: a handbook of techniques*. Oxford, Oxford University Press.
- OLIVEIRA, C.N. Recuperação Ambiental de Aterros Sanitários na Região Metropolitana de Campinas: Revegetação e Uso Futuro. Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado. Campinas – SP, 88 p., 2004.
- PARDINI, R. et al. Levantamento rápido de mamíferos de médio e grande porte. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES PÁDUA, C. Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: UFPR/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 181-201.
- PELÁEZ-RODRÍGUEZ, M. Avaliação da qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu, Sp (Ribeirão do Feijão e Rio Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2001. 144p.

- PITMAN, M. R. P. L. Relações entre a onça pintada, onça parda e moradores locais em três unidades de conservação da floresta Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2000.
- PRATA, E.M.B., ASSIS, M.A., PINTO, S.A.F. 2007. O mosaico florístico e estrutural de uma floresta ribeirinha em Rio Claro, SP, Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 984-986.
- R Development Core Team 2004. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- RABENOLD, P.P. 1987. Recruitment to food in black vultures: Evidence for following from communal roosts. *Animal Behaviour*, v. 35, n. 6, p. 1775-1785.
- REGATTIERE, S. M. C. B. 2007. Geoquímica de Águas e Sedimentos da Bacia do Ribeirão Tatu, Limeira-Sp. 151p. Tese (Mestrado) – UNICAMP.
- REGATTIERI S. M. C. B. 2007. Geoquímicas de água e sedimentos da bacia do ribeirão Tatu, Limeira – SP. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas.
- REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. e LIMA, I.P. Mamíferos do Brasil. Londrina, PR, 2006. 437p.
- REYNOLDS, R., CARAMASCHI, U., MIJARES, A., ACOSTA-GALVIS, A., HEYER, R., LAVILLA, HARDY, J. 2004. *Leptodactylus fuscus*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2009.
- ROBINSON, J. G.; REDFORD, K. H. Body size, diet and population density neotropical forest mammals. *American Naturalist*, v 128, n. 5, p. 665-680, 1986.
- ROCHA, S. M. & PIVELI, R. P. 2000. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO INDICADORES DE POLUIÇÃO NA REPRESA DO GUARAPIRANGA - SÃO PAULO – BRASIL. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Região Rio Grande do Sul (ABES/RS). Porto Alegre.
- ROQUE, F.O.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G.; AGOSTINHO, R.C.; FOGO, J.C. Benthic macroinvertebrates in streams of the Jaraguá State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. *J. Insect Conser.*, v. 7, p. 63-72. 2003
- SAKAMOTO, E.H.; HARDT, C.; REZENDE, D.A.. Cidade Ecológica: Políticas de Criação de Áreas Verdes Urbanas. Paisagens em Debate. revista eletrônica da área Paisagem e Ambiente, FAU.USP - n. 04, dez. 2006.
- SALLES, F.F.; DA-SILVA, E.R.; SERRÃO, J.E.; FRANCISCHETTI, C.N. Systematics, morphology and physiology. Baetidae (Ephemeroptera) na região sudeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 6, p. 725-735. 2004.
- SANSEVERINO, A.M.; NESSIMIAN, J.L. Habitat preferences of Chironomidae larvae in an upland stream of Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, v. 26, p. 2141-2144. 1998.
- SANSEVERINO, A.M.; NESSIMIAN, J.L. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 13, p. 29-38. 2001.
- SCHWOERBEL, J. 1975. Métodos de Hidrobiologia. Madrid, H. Blume ediciones, 262p.
- Secretaria do Meio Ambiente. 1994. Bacia do Rio Piracicaba: estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento de corpos d'água: proposta para discussão, setembro 1994. São Paulo, 53p (Série Relatórios, ISSN 0103-4103).
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 1994. Bacia do Rio Piracicaba: estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento de corpos d'água: proposta para discussão, setembro 1994. São Paulo, 53p (Série Relatórios, ISSN 0103-4103).



- SICK, H. 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira. 862p.
- SIFESP (Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo). 2009. [www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp](http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp). Downloaded on 05 Junho 2009.
- SILVA JUNIOR, W.M., MARTINS, S.V., SILVA, A.F., DE MARCO JR., PAULO. 2004. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, SP, n.66, p.160-179.
- SILVA, W. R.; ALEIXO, A.L.P. 1996. Estudo da diversidade de espécies de aves do Estado de São Paulo. Departamento de Zoologia. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas, p. 1-23.
- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. 2004. Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 7p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 19).
- SILVEIRA, P. B. Mamíferos de médio e grande porte em florestas de com diferentes unidades de sub-bosque no município de Itatinga. SP. 2005 75 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SMA – Secretaria do Meio Ambiente. 2008. Lista de animais ameaçados de extinção em São Paulo. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/fauna.php>.
- SONODA, K. C. Relação entre Uso da Terra e Composição de Insetos Aquáticos de Quatro Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo. Piracicaba, SP. 2005. 124p. Tese (Doutorado) – ESALQ-Universidade de São Paulo.
- SOUZA, C.M. Recuperação de áreas degradadas em Aterros Sanitários. Monografia da Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2007.
- STOTZ, D.F., J.W. FITZPATRICK, T.A. PARKER III & D.K. MOSKOVITS (eds.) 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago, EUA.
- SURIANO, M.T. 2008. Macroinvertebrados em Córregos de Baixa Ordem sob Diferentes Usos do Solo no Estado de São Paulo: Subsídios para o Biomonitoramento. São Carlos. 127p. Tese (Doutorado) – UFSCar.
- TAIZ, E.; ZEIGER, L. 2004. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.
- TEIXEIRA, G.P.; FRANÇA, R.A.; LACERDA, G.B.M. Metodologia de Operação de Aterro Sanitário no Município de Juiz de Fora – MG. ABES/MA – Seção Maranhão da ABES - VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS "Responsabilidade Sócio-ambiental" - Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final. Maranhão, 2006.
- TOCHER M. D., GASCON C. AND ZIMMERMAN B. L. 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: a ten year study. In: Tropical Forest remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities (Laurence W. F. and Bierregaard Jr. R. O. eds.). Chigado: The University of Chicago Press, p. 124-137.
- TOLEDO, M.C.B. 1993. Avifauna em duas reservas fragmentadas de Mata Atlântica, na Serra da Mantiqueira-SP. Dissertação de Mestrado, Piracicaba, ESALQ, 112 pp.
- TONHASCA JUNIOR, A. Diversity indices in the analysis of biological communities. *Ciência e Cultura*, v.46, n.3, p.138-140, 1994.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., & STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de Identificação e Diagnose dos gêneros. PPG-ERN, UFSCar, São Carlos.
- TUNDISI, J.G., 1988, Impactos ecológicos da construção de represas; aspectos específicos e problemas de manejo. In: Tundisi, J.G. (ed.), Limnologia e manejo de represas. Monografias em limnologia. Vol 1, USP/EESC/CRHEA, São Carlos, pp. 1-76.
- VANZOLINI, P.E. (Ed.). 1964. História Natural de Organismos Aquáticos do Brasil. FAPESP, São Paulo.
- VARELA, J.. Centro Cultural Multiuso – E. M. Prof. Laércio Fernandes Zona Norte – Nossa Senhora da Apresentação - Área de intervenção do PAC em Natal-RN. SEMPLA - Apresentação de projeto, 2006

- VASCONCELOS T. S. AND D. C. ROSSA-FERES. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica* 5(2): 1-14.
- VOLPE-FILIK, A. et al.. Criação de parques urbanos em aterros sanitários desativados, estudo do Aterro Sapopemba, São Paulo, SP. *Revista da sociedade brasileira de arborização urbana*, Volume 2, Número 3, 2007.
- WANDERLEY, M.G.L, SHEPHERD, G.J.; MELHEM, T.S. 2003. Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo.- v.3 São Paulo; FAPESP/RIMA, 367 p.
- WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E., 1991, *Limnological Analyses*. 2 nd ed., Springer- Verlag, New York, 391p.
- WILLIS, E. O.; ONIKI, Y. 2002. Birds of a central São Paulo woodlot: 1. censuses 1982- 2000. *Brazilian Journal Biology*, v. 62, n. 2, p. 197- 210.
- WILLIS, E.O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlot in Southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, v. 33, p. 1-25.
- WILLIS, E.O.; ONIKI, Y. 1981. Levantamento preliminar de aves em treze áreas do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 41, p. 121-135.
- WILLIS, E.O.; ONIKI, Y. 1990. Levantamento preliminar das aves de inverno em dez áreas do Sudoeste de Mato Grosso, Brasil. *Ararajuba*, v. 1, p. 19-38.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical Analysis*. Third edition, Prentice Hall International Editions, 662p

## ANEXOS