



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / FACULDADE DE GEOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LAVRA E TECNOLOGIA MINERAL**

**LAVRA E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA JAZIDA DE AREIA DA
REALMIX AGREGADOS MINERAIS, MUNICÍPIO DE BOFETE – SP.
ESTUDO DE CASO**

FRANCO BAZZON

**São Paulo
Dezembro de 2012**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / FACULDADE DE GEOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LAVRA E TECNOLOGIA MINERAL**

**LAVRA E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA JAZIDA DE AREIA DA
REALMIX AGREGADOS MINERAIS, MUNICÍPIO DE BOFETE – SP.
ESTUDO DE CASO**

**Monografia Apresentada para conclusão do
Curso de Especialização de Lavra e Tecnologia Mineral -UFPA**

FRANCO BAZZON

**Orientador
Prof. Dr. Evaldo Pinto**

**São Paulo
Dezembro de 2012**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / FACULDADE DE GEOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LAVRA E TECNOLOGIA MINERAL

FRANCO BAZZON

**LAVRA E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA JAZIDA DE AREIA DA
REALMIX AGREGADOS MINERAIS, MUNICÍPIO DE BOFETE – SP.
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Especialização *Lato Sensu* do Instituto
de Geociências da Universidade Federal do Pará,
como requisito parcial à obtenção de grau de
Especialista em Pós lato sensu em Lavra e
Tecnologia Mineral.

Data da aprovação: .../.../.....

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Evaldo Raimundo Pinto da Silva
Doutor em Geologia Econômica
Universidade Federal do Pará

Edilson Pissato
Doutor em Engenharia Mineral
Universidade de São Paulo

Leonardo Brasi Felipe
Doutor em Geologia Regional
Universidade Federal do Pará

**Ao Ícaro, Heitor e Fabi,
que o tempo perdido hoje possa vir em dobro amanhã.**

Agradecimentos

Agradeço à Yamana Desenvolvimento Mineral, que custeou parte do Curso de Lavra e Tecnologia Mineral, através do seu programa de incentivo educacional.

Aos sócios proprietários da Realmix que permitiram utilizar o empreendimento para apresentação neste trabalho, especialmente na figura do Sr. José Aurélio, pelos anos de convivência e aprendizado.

Aos amigos geólogos, e até os engenheiros de minas, que sempre estão à disposição para ajudar nas horas de aperto.

Aos meus pais pela oportunidade de uma boa educação e, principalmente, pela insistência neste ponto.

Agradecimento especial à minha querida esposa pela paciência e apoio sempre que preciso.

RESUMO

A monografia apresentada neste trabalho é o estudo de caso de uma mineração implantada e em atividade desde 2.000, que produz areia para construção civil, situada no município de Bofete, e que apesar da distância de 180 km da RMSP, tem sua produção voltada basicamente para seu atendimento.

A escolha deste tema é baseada no sentido de que a mesma abrange desde atividades relacionadas ao licenciamento da atividade (legislação mineral e ambiental), aspectos produtivos e de lavra de um mineral para uso direto na construção civil, bem como a recuperação da área contígua ao avanço das atividades de lavra, temas relacionados à especialização em curso

Para tanto pretende-se mostrar todo o desenvolvimento da parte legal, desde o início do requerimento de pesquisa, artifícios de mudanças de regime para promover um rápido início da atividade e produção, culminado posteriormente com a Portaria de Lavra, bem como o licenciamento ambiental à luz da legislação vigente na época e como se enquadra atualmente (principalmente em relação ao órgão estadual).

Também será descrito e detalhado o método de lavra, tentando mostrar com o passar dos anos, a metodologia e equipamentos adotados e a evolução da lavra.

Mas o mais importante, e o objetivo maior é mostrar a possibilidade de recuperação, numa atividade tão mal vista (mineração e ainda por cima areia). Como já se passaram 10 anos de atividade e a empresa vem cumprindo com suas atividades relacionadas à recuperação ambiental, e pela peculiaridade do bem mineral com geração de grande quantidade de estéril, é possível mostrar a recuperação de áreas já lavradas anteriormente, e que atualmente estão sendo recuperadas com a mesma vocação anterior (agropastoril), somente com uma diferença no aspecto morfológico do terreno.

Isto será mostrado claramente através de um acervo de fotografias e imagens aéreas ao longo dos anos.

ABSTRACT

The monograph presented in this paper is a case study of a mining deployed and in operation since 2000, producing sand for construction, located in the municipality of Bofete, and despite the distance of 180 km from the RMSF, its production intended primarily for their care.

The choice of this theme is based on the sense that it covers from activities related to licensing of activity (mining legislation and environmental), productive aspects of a mineral resources for direct use in construction as well as the recovery of the area adjacent to advance of mining activities, both topics related to the specialization in course.

Therefore its intended to show the entire development of the legal aspects, from the beginning of the research requirement, regime change aspects to promote a rapid start of activity and production, culminating later with the Mining Permit, as well as the environmental licensing in the light of current legislation at the time and how it fits now (especially in relation to the State agency).

It will also be described and detailed the mining method, trying to show the methodology adopted and equipment and mining developments over the years.

But most importantly, and the main goal is to show the possibility of recovery, an activity seen as evil (mining and especially sand). Since its been 10 years of activity and the company is complying with its activities related to environmental remediation, and the peculiarity of the mineral with the generation of large amounts of sterile, is possible to show the recovery of already mined areas previously and currently being recovered with the same previous vocation (agropastoral), with only a difference in the morphological appearance of the terrain.

This will be clearly shown through a collection of photographs and a serial images over the years.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO E JUSTIFICATIVA LOCACIONAL.....	9
3. HISTÓRICO E SITUAÇÃO LEGAL.....	11
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	14
4.1. MEIO FÍSICO.....	14
4.1.1. Clima	14
4.1.2. Aspectos Geomorfológicos e dos Solos.....	15
4.1.2.1.Caracterização regional	15
4.1.2.2. Aspectos Locais.....	15
4.1.3. Aspectos Geológicos	16
4.1.3.1. Geologia Regional (All e AID)	16
4.1.3.2. Geologia Local	18
4.1.4. Recursos Hídricos.....	21
4.2. MEIO BIÓTICO.....	23
4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	24
5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	26
5.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O BEM MINERAL E MERCADO CONSUMIDOR	26
5.2. CARACTERIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DA JAZIDA	26
5.3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE LAVRA E PLANO DE LAVRA	28
5.3.1. Método de Lavra	28
5.3.2. Equipamentos Utilizados nas operações de lavra.....	32
5.3.3. Operações auxiliares	33
5.4. BACIAS DE DECANTAÇÃO E TANQUES DE ÁGUA LIMPA	34
5.5. PÁTIO DE BENEFICIAMENTO E ESTOCAGEM.....	35
5.6. SISTEMAS DE DRENAGEM	35
5.7. PARÂMETROS DA CAVA	36
5.8. REGIME DE OPERAÇÃO, PRODUÇÃO E VIDA ÚTIL DA MINA	36
5.9. MÃO-DE-OBRA	36
5.10. ENERGIA E ÁGUA	37
5.11. INSTALAÇÕES CIVIS	37
5.12. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	38
6. EVOLUÇÃO DA LAVRA E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS	39
6.1. OUTRAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO.....	46
6.1.1. Acompanhamento do projeto de revegetação.....	46
7. CONCLUSÕES.....	51
8. REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

A monografia proposta é o estudo de caso de uma mineração implantada e em atividade desde 2.000, que produz areia para construção civil, situada no município de Bofete, e que apesar da distância de 180 km da Região Metropolitana da São Paulo (RMSP), tem sua produção voltada basicamente para seu atendimento.

A escolha desta empresa e atividade é baseada na premissa de que a mesma abrange desde atividades relacionadas ao licenciamento da atividade (legislação mineral e ambiental), aspectos produtivos e de lavra de um mineral para uso direto na construção civil, que é um dos intuitos de alcance da especialização em curso, bem como a recuperação da área contígua ao avanço das atividades de lavra.

Para tanto se pretende mostrar todo o desenvolvimento da parte legal, desde o início do requerimento de pesquisa, artifícios de mudanças de regime para promover um rápido início da atividade e produção, culminado posteriormente com a Portaria de Lavra, bem como o licenciamento ambiental à luz da legislação vigente na época e como se enquadra atualmente (principalmente em relação ao órgão estadual).

Também será descrito o método de lavra, tentando mostra com o passar dos anos, a evolução da lavra e a metodologia e equipamentos de forma detalhada.

O objetivo maior deste trabalho é mostrar as alternativas de recuperação ambiental e uso futuro da área de lavra, numa atividade tão mal vista pela sociedade (mineração e ainda por cima areia). Como já se passaram mais de 10 anos de atividade e a empresa vem cumprindo com suas atividades relacionadas à recuperação ambiental, e pela peculiaridade do bem mineral em questão (areias da formação Pirambóia), com geração de grande quantidade de estéril, é possível mostrar a recuperação de áreas já lavradas anteriormente, e que atualmente estão sendo recuperadas com a mesma vocação anterior (agropastoril), somente com uma diferença no aspecto morfológico do terreno.

Isto poderá ser mostrado claramente através de um acervo de fotografias e imagens aéreas ao longo dos anos, que será apresentado ao longo do trabalho.

Além de mostrar a preocupação do empreendedor com a recuperação ambiental, demonstra-se o bom senso do mesmo em lavar a areia, e ainda poder usufruir de uma propriedade agrícola, mesmo após lavrada grande quantidade de areia no local.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO E JUSTIFICATIVA LOCACIONAL

A área de estudo está inserida na folha topográfica de Bofete (SF-22-Z-D-III-1), do IBGE, escala 1:50.000 e dista cerca de 180 quilômetros da capital Paulista.

O acesso ao empreendimento é feito através da Rodovia Presidente Castelo Branco (SP 280), até o km 186 (sentido interior/capital), onde, no trevo toma-se estrada vicinal à esquerda, seguindo-a por aproximadamente 4 km, atingindo-se a ponte sobre o Rio Santo Inácio, na entrada da área onde a REALMIX, já está em atividade.

Os aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais, antes de mais nada, devem levar em consideração a rigidez espacial da mineração. A atividade da mineração ocorre exatamente no local onde se encontra o mineral, constituído através de sua história natural ao longo de milhões de anos. É por essa razão que a mineração é classificada como indústria extrativa e não de transformação. Nesse caso, não há como separar a questão ambiental das demais análises que se fazem necessárias.

No caso em questão do bem mineral areia as jazidas mais conhecidas se referem à algumas regiões no estado de São Paulo. Notadamente são fortes produtores, as regiões do Vale do Paraíba, concentradas na região de Jacareí a Caçapava; a região de Mogi das Cruzes, Itaquaquecetuba; a região do Vale do Ribeira, concentradas na região de Juquiá e Registro, associadas aos leitos do Rio Juquiá e Ribeira.

Nas últimas décadas é expressiva a participação da região de Bofete, o que denota que o abastecimento da grande São Paulo, com areia para construção civil, extrapola raio de 180 km do centro da cidade.

A figura 2-1 apresenta a localização da área em relação às cidades mais próximas e inserção no estado de São Paulo.

figura 2.1

3. HISTÓRICO E SITUAÇÃO LEGAL

Este estudo se refere a uma jazida de areia para construção civil. Está localizado no município de Bofete, Estado de São Paulo, no local denominado Fazenda Castelo. A área de interesse corresponde ao processo DNPM 820.341/99.

Não se pretende neste item fazer um compêndio sobre a legislação vigente à época do licenciamento do empreendimento e nos dias atuais. O objetivo é somente mostrar como foi utilizada a legislação vigente na estratégia para licenciar o empreendimento, tanto no que diz respeito ao licenciamento mineral quanto ambiental.

A REALMIX já está em atividade na Fazenda Castelo, operando a lavra de areia, desde o início do ano 2000.

Logo que a empresa identificou o potencial da área, foi feito uma cessão parcial de requerimento de pesquisa mineral preexistente, cobrindo a área de maior interesse da propriedade em 19/03/1999, dando-se início ao processo 820.340/99. O restante da Fazenda Castelo foi recoberto por outros títulos minerais.

Posteriormente iniciaram-se as tratativas com o proprietário do solo culminando com a compra da Fazenda Castelo por empresa sócia da Realmix.

Estrategicamente, para que a empresa pudesse ganhar tempo no início das atividades, foi apresentado ao DNPM uma mudança no regime de aproveitamento (Lei nº 6.567/78, alterada pela Lei 8982/95), transferindo-se do regime de alvará e concessão para licenciamento mineral. Esta mudança foi solicitada em 22/06/1999, após a obtenção da autorização do proprietário do solo e Licença específica emitida pela Prefeitura do Município de Bofete.

Paralelamente foram iniciadas as atividades de licenciamento ambiental junto à CETESB. O licenciamento ambiental foi conduzido à luz da Resolução SMA 4/99 (em anexo).

Para tanto a Realmix protocolou junto à CETESB (na época na regional de Sorocaba) em 30/03/2000 o RCA/PCA/PRAD (Relatório de Caracterização Ambiental/Plano de Controle Ambiental/Plano de recuperação de Áreas Degradadas) em 26/03/1999.

Com esta estratégia utilizada foi possível obter a Licença de Instalação em 20/01/2000, e com sua respectiva apresentação no DNPM, a publicação do Licenciamento ocorreu na seqüência, através do Licenciamento DNPM nº. 2361/00 em 28/02/00.

Após isso a empresa obteve a Licença de Funcionamento em 20/04/2000 e iniciou efetivamente as atividades de lavra da jazida.

Observa-se que a partir da data da cessão de direitos até a obtenção da Licença de Operação e início efetivo das atividades foram gastos 13 meses.

Importante mencionar que também paralelamente a estes trabalhos foi solicitado junto ao DAEE a outorga de uso de água, tendo sido o processo iniciado através de protocolo em 30/11/99, obtendo-se a primeira outorga de uso em 07/02/2000.

Porém, pelo porte que se pretendia elevar o empreendimento e pela vida útil da jazida o licenciamento mineral não seria o instrumento legal mais adequado para a empresa, e que assegurasse uma garantia ao empreendedor tal qual a Portaria de Lavra. Para tanto foi solicitado ao DNPM em 16/05/2000, uma nova mudança de regime, desta vez do regime de licenciamento para o regime de autorização de pesquisa. Somente em 20/07/2007 o DNPM concedeu o Alvará de pesquisa para a empresa, cujo relatório final foi apresentado em 8/11/2007 e aprovado em 04/06/2008.

Por fim, a empresa solicitou a Portaria de Lavra ao DNPM em 24/06/2008, a qual foi concedida somente após 2 anos e publicada no DOU de 08/06/2010.

Observa-se então que a partir da mudança de regime, até a obtenção da Portaria de lavra, transcorreram quase 10 anos.

Obviamente se a empresa não tivesse iniciado as operações através do regime de licenciamento, teria com certeza, tido mais pressa na apresentação dos documentos, bem como feito uma gestão junto ao DNPM para uma tentativa de análise mais acelerada. Porém fica claro a diferença de prazos, sendo que através do regime de licenciamento foi possível iniciar o empreendimento num prazo muito mais rápido, e logo gerar um caixa positivo partindo do empreendimento para custear as pesquisas e avanço da documentação.

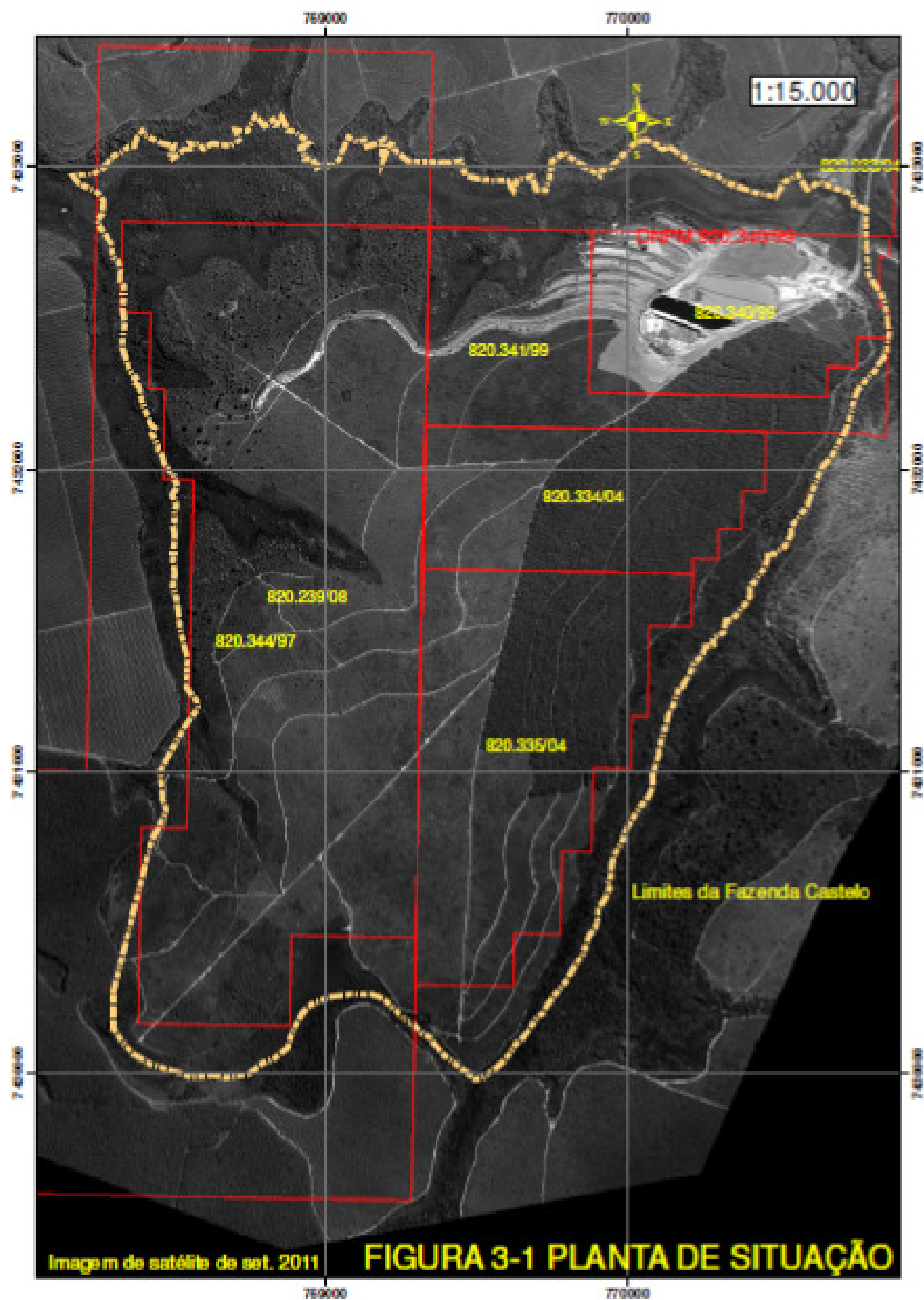
Junto à CETESB a empresa obteve a Licença de Instalação número 06000581, e da Licença de Funcionamento 46000011, renovada pela Licença de Funcionamento 46000511 com validade até 03/12/07, e pela Licença de Operação n. 64000003 com validade até 20/07/2012, cuja renovação já foi solicitada. A outorga de uso de água também já foi renovada.

A lavra de areia está em operação normal, estando a REALMIX consolidada no mercado de areia utilizada para a construção civil, atendendo concreteiras na grande São Paulo e Sorocaba que utilizam a areia da Formação Pirambóia como agregado para fabricação de concreto.

A empresa neste meio tempo sempre manteve a área total da fazenda Castelo onerada, tendo vários títulos em situações diversas (alvarás, Relatórios Finais com sobrestamento, requerimento de lavra, etc).

Importante ressaltar que o empreendimento está inserido na Área de Proteção Ambiental Corumbataí, Botucatu e Tejuapá, criada em 1983, através do Decreto Estadual nº 20.960, possui uma extensão territorial de 649.256 ha, subdividida, em três perímetros Corumbataí, Botucatu e Tejuapá. Por não se tratar de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral a atividade de Mineração é permitida na APA, que encontra-se ainda sem plano diretor consolidado.

A figura a seguir ilustra a situação da Fazenda Castelo e áreas de titularidade da empresa.



4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1. MEIO FÍSICO

4.1.1. Clima

Segundo Nimer o local do empreendimento apresenta clima tropical sub-quente úmido, com 1 a 3 meses secos por ano. Os parâmetros climatológicos relativos ao local proposto para o empreendimento, de maior interesse para o presente estudo, são descritos a seguir.

No município de Bofete o DAEE opera duas estações pluviométricas: (1) estação E5-016, Bofete, na altitude 540 m, latitude 23° 06' S e longitude 48 ° 15' W; e (2) estação E5-064, Fazenda Santa Terezinha, na altitude 580 m, latitude 23 ° 04'S e longitude (a área está nas coordenadas 23° 11' S e 48° 20W, com altitude média 685 m). A mais próxima é a Estação Bofete, distante cerca de 11 km a NE da Fazenda Nascente. O gráfico a seguir apresenta para o período de 1975 a 1991 a precipitação mínima, média e máxima mensal, bem como o total anual medidos nesta estação.

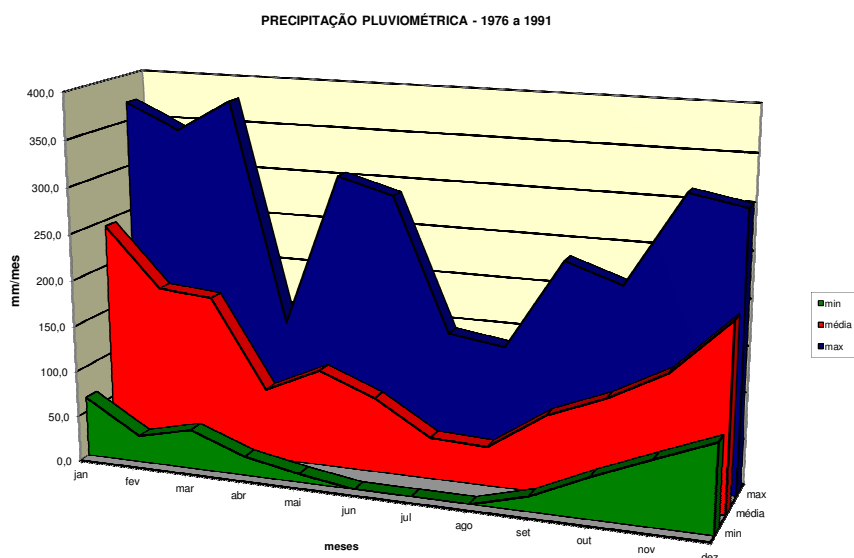


Gráfico 4.1.1-1 – Precipitação Pluviométrica

Através destes dados, pode-se observar que:

- Os meses de junho a setembro são os mais secos, com valores médios variando entre 40 e 80 mm/mês, com valor mínimo de 0 mm nos meses de julho e agosto e 0,2 mm em junho. Já os valores máximos podem atingir mais de 200 mm;
- Os meses de dezembro e janeiro são os mais chuvosos, com valores médios acima de 200 mm, e valores máximos de 370 mm. Os valores mínimos para estes meses são superiores a 60 mm;
- Os meses de março, abril, maio, outubro e novembro apresentam valores de transição entre os meses já citados, apresentando grande variação nas quantidades precipitadas. O mês de março é o que apresenta o maior valor mensal, com 377,9 mm. A média destes meses oscila entre 100 e 170 mm e os valores mínimos são da ordem de 30 mm.

Quanto à temperatura, a média anual está entre 19° e 20° C, com os meses mais frios entre junho e outubro, com temperaturas mínimas em junho e julho que podem atingir poucos graus abaixo de zero. As altas temperaturas ocorrem o ano inteiro, inclusive nos meses de inverno, com temperaturas máximas pouco acima dos 30° C no verão e acima de 25° C no inverno.

A evaporação tem um total anual em torno de 1.500 mm anuais, apresentando valores mais baixos nos meses mais frios (em torno de 80 mm) e valores mais elevados nos meses mais quentes, atingindo valores acima de 200 mm.

4.1.2. Aspectos Geomorfológicos e dos Solos

4.1.2.1. Caracterização regional

Conforme o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (Ross, 1997), a região está inserida na Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná. Esta unidade é subdividida em outras duas unidades morfoesculturais que são:

- Planalto Ocidental Paulista
- Depressão Periférica Paulista

O Planalto Ocidental Paulista ocupa praticamente 50% da área total do estado, e está situado sobre rochas do grupo Bauru, constituídas por litologias essencialmente areníticas, além da ocorrência de rochas basálticas. O relevo desta unidade é no geral levemente ondulado com predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplanados. Este domínio morfoescultural aparece nas porções norte e noroeste da área de estudo.

A Depressão Periférica da Borda Leste da Bacia do Paraná está esculpida quase que totalmente nos sedimentos Paleo-mesozóicos da bacia. É recoberta por densa rede de drenagem, salientando-se alguns rios principais como o Tietê, o Pardo, o Moji-Guaçu e o Paranapanema.

Na depressão do Paranapanema está inserida a área de estudo e entorno imediato. Nesta unidade são predominantes as formas de relevo denudacionais cujo modelo constitui-se basicamente por colinas de topos convexos (Dc) e tabulares (Dt). Os tipos de Padrões de Formas Semelhantes são Dc₁₄, Dc₁₅, Dc₂₃, Dc₂₄, Dc₃₃, com vales de entalhamento que variam de menos de 20 m a 80 m e dimensões interfluviais de menos de 250 m a 1.750 m; e Dt₁₂, Dt₁₃, que correspondem a maior extensão da unidade, onde os vales tem entalhamento de até 20 m e dimensão interfluvial de 750 m a 3.750 m. As altimetrias predominantes estão entre 600 m e 700 m e as declividade das vertentes entre 10 e 20%.

A seguir é apresentada a legenda da Matriz dos Índices de Dissecação dos solos para melhor entendimento dos Padrões de formas de Relevo adotados pelo IPT 1997:

GRAUS DE ENTALHA-MENTO DOS VALES	DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA (classes)				
	Muito Grande >3750 m	Grande(2) 1750 a 3750 m	Média(3) 750 a 1750 m	Pequena (4) 250 a 750 m	Muito Peq. (5) >250m
Muito Fraco (1) (< de 20m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40m)	21	22	23	24	25
Médio (3)(40 a 80 m)	31	32	33	34	35
Forte (4)(80 a 160m)	41	42	43	44	45
Muito Forte (5)	51	52	53	54	55

Fonte: IPT 1997

Tabela 4.1.2.1-1 - Matriz dos índices de dissecação do relevo

4.1.2.2. Aspectos Locais

A área de estudo está inserida nas formas de relevo do tipo de degradação em planaltos dissecados, com relevo de colinas amplas, onde predominam interflúvios com área superior a 4 km², com topos extensos e aplainados e vertentes com perfis retilíneos a convexos. A drenagem é de baixa densidade, padrão subdentritico com vales abertos e planícies aluvionares restritas, com presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Toda a drenagem na unidade de relevo é tributária do Rio Paranapanema e apresenta um padrão paralelo.

De modo geral a unidade apresenta formas de dissecção média, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, o que aliado a constituição litológica implica em um nível de fragilidade potencial médio que torna a área susceptível a fortes atividades erosivas nos relevos mais dissecados onde também ocorre os solos tipo Areias Quartzosas desenvolvidas sobre os arenitos friáveis das formações Pirambóia e Botucatu

A litologia desta unidade morfológica é constituída por arenito e arenitos eólicos, descritos detalhadamente na caracterização geológica. Os solos são do tipo Areias Quartzosas e Latossolo Vermelho-amarelo.

As altimetrias predominantes na AID estão entre 600 e 700 m com declividade das vertentes entre 10 e 20%. Na área do empreendimento as cotas estão entre 630 e 670 m. Nas plantas apresentadas na descrição do empreendimento pode se observar as altimetrias envolvidas. A Foto a seguir ilustra a topografia da área e a inserção da cava atual.



Foto 4.1.2.2-1 - Inserção da área de lavra da Realmix (ao fundo) na topografia (foto de agosto de 2007)

4.1.3. Aspectos Geológicos

4.1.3.1. Geologia Regional (AII e AID)

A região de estudo, porção centro-sul do Estado de São Paulo situa-se sobre rochas vulcânicas e sedimentares da **Bacia Sedimentar do Paraná**.

Esta bacia intracratônica ou sinéclise do Paraná ocupa o centro-leste da América do Sul, com uma área de 1.600.000 km², abrangendo territórios do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. No Brasil sua dimensão norte-sul aproxima-se de 2000 km, apresentando uma orientação NNW em seu eixo maior, e abrange parte dos estados de Goiás, Minas Gerais e grandes áreas dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Schobbenhaus *et al*, 1.984).

A Bacia do Paraná é uma entidade estabelecida no interior da Plataforma Sul-Americana no Paleozóico Inferior, após a elaboração final das estruturas originadas no decorrer do Ciclo Brasileiro, seguida pelo arrasamento erosivo. A sedimentação na bacia do Paraná, segundo Northfleet *et al* (1969), ocorreu, de maneira geral, num ambiente pouco perturbado por fenômenos tectônicos e, em consequência, as unidades litoestratigráficas apresentam grande continuidade lateral, com pequenas variações faciológicas e geralmente subparalelas.

Segundo o IPT 1981, regionalmente afloram rochas paleozóicas pertencentes aos **Grupos Tubarão e Passa-Dois**, rochas mesozóicas dos **Grupos São Bento e Bauru** e, também rochas cenozóicas constituídas pelos sedimentos areno-argilosos aluviais do Quaternário.

Na região, o **Grupo Tubarão** aflora através da Formação Tatuí, predominantemente constituída de siltitos. Subordinadamente ocorrem camadas de arenitos, calcários, folhelhos e sílex, que no conjunto, representam uma sedimentação muito uniforme. Seu ambiente de sedimentação seria o de bacia aquosa de baixa energia, provavelmente marinha.

O **Grupo Passa-Dois** está representado pela formação Irati e Corumbataí, que segundo o IPT 1981, na região de São Paulo, é equivalente às Formações Serra Alta e Teresina.

A Formação Irati está caracteriza-se por uma porção inferior (Membro Taquaral) predominantemente pelítica, composta por siltitos e folhelhos cinza claro a escuro, com restritos níveis conglomeráticos de quartzo e sílex na base. A porção superior da formação (Membro Assistência) possui alternância rítmica de folhelhos pretos pirobetuminosos e piritosos, e calcários dolomíticos de cor creme a cinza, sendo comum à ocorrência de nódulos de sílex.

A Formação Corumbataí está em concordância sobre a Irati, mas com contato por discordância erosiva com a Formação Pirambóia. Apresenta em sua parte inferior siltitos, argilitos e folhelhos cinzentos a roxo acinzentado nos afloramentos, podendo possuir cimentação calcária, seguindo uma sucessão de camadas siltosas, ritmicamente alternadas com lâminas ou delgadas camadas com litologia variando entre argilosa e arenosa fina. As cores vermelhas predominam nas porções média e superior da formação. Como estruturas sedimentares observam-se estratificações plano-paralelas, cruzada de baixo angulo, estruturas flaser, estratificação rítmica, marcas onduladas, fraturas de ressecamento e brechas intraformacionais. O ambiente de deposição é considerado como marinho de águas rasas em condições climáticas redutoras, para a parte inferior. A superior resultaria de deposição em águas rasas, em condições oxidantes, sob influência de mares.

O **Grupo São Bento** é representado em sua base pela **Formação Pirambóia**, caracterizada por uma sucessão de camadas arenosas, de arenitos predominantemente avermelhados. São geralmente de granulação média-fina sendo que na porção inferior da formação predomina a fração mais argilosa. As estruturas sedimentares mais comuns são estratificações cruzadas plano-paralelas, destacada pela alternância mais ou menos ricas em argila. A maior espessura medida em superfície para esta formação atinge 270 metros, medida na região de Anhembi.

Por suas características litológicas e estruturais, a **Formação Pirambóia** representa um ambiente deposicional continental úmido, oxidante, fluvial meandrante e de planícies de inundação com pequenas lagoas esparsas. A passagem para a **Formação Botucatu**, em alguns lugares apresenta-se de forma gradual e em outros a passagem é brusca. O contato com a Formação Serra Geral, faz-se por interdigitação, recobrimdo-se os arenitos pelos derrames basálticos.

Esta formação é caracterizada quase inteiramente por arenitos de granulação fina a média, uniformes, com boa seleção de grãos foscas e alta esfericidade. Apresentam cores avermelhadas e estratificações cruzadas tangenciais de médio a grande porte, características de dunas caminantes. Nas partes baixas do pacote e localmente, intercalam-se arenitos de deposição subaquosa, constituídos em corpos lenticulares de arenitos heterogêneos de granulação média a grossa, passando a conglomerático.

O ambiente de sedimentação se deu em clima árido e semi-árido, com predominância de deposição eólica e contribuição secundária de sedimentação fluvial e/ou lacustre.

O topo do Grupo São Bento é representado pela seqüência vulcânica que constitui a **Formação Serra Geral**. São derrames basálticos toleíticos de coloração cinza a negra, de textura afanítica, com zonas amigdaloidais e vesiculares mais comuns no topo dos derrames. Também verifica-se intercalações de arenitos intertrapeanos finos a médios com estratificações cruzadas, principalmente na base da formação. Associados a esses derrames, ocorrem às rochas intrusivas básicas tabulares, soleiras diabásicas, diques e "sills" de mesma composição. A máxima espessura conhecida desta formação atinge 1529 metros na região central da bacia, porém em São Paulo a espessura não atinge um terço deste valor.

Com o fim dos derrames de lava da Formação Serra Geral, que marcaram o final dos eventos deposicionais e vulcânicos generalizados na área da bacia do Paraná, observou-se uma tendência geral para o soerguimento epirogênico em toda a Plataforma Sul-Americana em território brasileiro. A porção norte da bacia, entretanto comportou-se como área negativa aos soerguimentos marginais e à zona central da bacia como um todo. Nessas áreas acumulou-se o Grupo Bauru, no cretáceo Superior, que aparecem em grande parte do estado de São Paulo, recobrimdo as lavas basálticas do Planalto Ocidental.

A cobertura Quaternária está representada por sedimentos aluviais constituídos por areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais, ao longo das calhas dos rios e córregos da região.

Estruturalmente, a Bacia do Paraná é uma entidade estabelecida no interior da Plataforma Sul-Americana no Paleozóico Inferior, após a elaboração final das estruturas originadas no decorrer do Ciclo Brasileiro, seguida pelo arrasamento erosivo (IPT, 1981). No decorrer de sua história, entre o Devoniano Inferior e o Jurássico Superior, a bacia desenvolveu-se como sinéclise, mas a partir do final do Jurássico, os processos tectônicos e magmáticos de apreciáveis magnitudes transformaram-na numa antíclise. Tais processos consistiram em falhamentos e fraturamentos de distensão que deram origem a grandes volumes de magma basáltico, formadores de espessos derrames e numerosos diques e "sills", originando deformações locais, como dobras, flexuras e outras estruturas.

Segundo Brighetti (1994), o padrão estrutural é composto por falhas e famílias de juntas de direção predominante NW/SE e subordinadamente SW/NE. Tais direções são coincidentes com o desenvolvimento estrutural da bacia em São Paulo, que foi grandemente influenciado durante o decorrer da maior parte de sua história por duas direções predominantes: NNE-NE e NW. Elas determinaram a orientação das estruturas de maior ordem e aparentemente refletem feições muito antigas do embasamento, nem sempre manifestadas em superfície. A maior parte das estruturas locais da bacia em São Paulo desenvolve-se durante o Cretáceo, mais especificamente por ocasião do vulcanismo basáltico.

4.1.3.2. Geologia Local

Na área de interesse ocorrem essencialmente rochas da **Formação Pirambóia**, a qual é uma das unidades sedimentares de maior ocorrência no Centro-leste do estado de São Paulo.

O Mapa geológico da Figura 4.1.3.2-1 a seguir apresenta o mapa geológico local.

As feições morfológicas mais características são as encostas escalonadas e os extensos areais existentes sobre as colinas tabuliformes.

Segundo Soares (1974) a Formação Pirambóia é ligada a um ambiente estritamente fluvial e pode ser dividida em duas fácies principais: a primeira é caracterizada por sedimentos depositados pela acresção lateral em um regime de canal meandrante, enquanto que a segunda representa os sedimentos depositados nas planícies de inundação (zona de transbordamento), em épocas de cheia, predominando um regime de fluxo superior e posteriormente na vazante, predominando a deposição por decantação de material fino.

No geral, a Formação Pirambóia, apresenta uma diminuição na proporção da fração fina (silte + argila) da parte inferior para a superior, sendo rara a ocorrência de camadas de granulometria grossa como cascalho, areia muito grossa ou, muito fina, como argila. A fácies de transbordamento, apesar de possuir uma grande variabilidade no teor de finos, tende a ser mais argilosa que a fácies de canal.

MAPA GEOLÓGICO

A fácies de canal é constituída por arenitos de cores rosadas, mais raramente esbranquiçadas, apresentando estratificação acanalada e/ou cruzada de médio a grande porte, tangencial na base. Mais raramente, ocorrem estruturas como marcas onduladas, laminação parcialmente destruída, ou ainda estruturas deformacionais, caracterizadas por dobras convolutas.

Em cada ciclo deposicional é freqüente uma granodecrescência ascendente, bem marcada pela variação do conteúdo de material mais fino, apesar deste não ultrapassar valores de 5%. Podem ainda ser encontradas camadas com fragmentos de folhelhos ou siltitos na base destes depósitos de canal, como resultado da posição instável destes materiais na bacia fluvial.

A fácies de transbordamento apresenta arenitos relativamente mais finos, com cores avermelhadas, amareladas ou amarronzadas. A estratificação ou laminação plano-paralela é largamente predominante, porém esta pode apresentar uma grande variabilidade de estruturas, como estratificação acanalada de preenchimento e cruzada planar de pequeno porte, marcas de ondas simétricas e assimétricas, microlaminação cruzada, placas de argila, gretas de contração e ainda estruturas deformacionais (dobras convolutas) ou arenitos maciços.

Em toda a Formação Pirambóia há uma dominância (95%) de grãos de tamanho inferior a 0,5 mm (35 # ASTM), sendo 84% menor que 0,35 mm (45 # ASTM). A fração síltica-argilosa <0,062 mm (230 # ASTM), participa no geral em mais de 15% da composição dos arenitos. A fração de areia muito grossa ou de clásticos maiores raramente está presente, ocorrendo apenas em determinados níveis.

Mineralogicamente estes arenitos são constituídos predominantemente por grãos de quartzo bem arredondados, variando de hialinos a foscos, a depender da área fonte. Secundariamente ocorrem grãos de feldspato (<5%), de sílex ou quartzito (2%) e raramente micas ou fragmentos de rocha (<1%).

Dada a sua constituição litológica e maturidade textural, comporta-se como um bom aquífero.

Próximo aos cursos d'água que drenam a área de interesse Rio Santo Inácio e tributários, os sedimentos da Formação Pirambóia estão cobertos por depósitos aluviais. Estes depósitos são constituídos, em sua maioria, por uma cobertura de turfa e turfa argilosa, e areias finas a médias de coloração cinza-clara e amarelada.

De modo geral nas exposições da Formação verifica-se a ocorrência de processos erosivos (voçorocas), bem como processo de intenso assoreamento nos aluviões recentes pelos sedimentos carregados, trazendo modificações no modelo de sedimentação e seu respectivo ciclo deposicional.

Estes processos têm como origem o desmatamento contínuo sofrido na região, deixando o solo desprotegido, aliado às características litológicas da Formação Pirambóia.

A foto 4.1.3.2-1 MOSTRA detalhe de estrada interna, onde se observa a quase inexistência de solo orgânico, com a presença de areia em todos os níveis observados. Na foto 4.1.3.2-2, observa-se a frente de lavra atual da Realmix, verificando-se a espessura dos afloramentos arenosos, e, a pequena camada de solo orgânico.



Foto 4.1.3.2-1 - Areias da Formação Pirambóias aflorante nos acessos internos da Faz. Castelo



Foto 4.1.3.2-2 – Vista da frente de Lavra atual da REALMIX no processo 820.340/99. Notar pacote de arenito da Formação Piramboia.

4.1.4. Recursos Hídricos

A área de interesse está inserida na bacia do Alto Paranapanema - Unidade de Gerenciamento de recursos Hídricos - UGRHI 14. Porém, cabe lembrar que a sede e a porção Norte do referido município está inserida na UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê.

Na área de estudo o principal curso de água é o Rio Santo Inácio, que cruza a área no sentido leste/oeste, e delimita a área da Fazenda Castelo na porção norte. A leste, o Ribeirão da Rondinha é limite da propriedade. Um curso d'água de menor porte tributário do Santo Inácio é limite da propriedade na porção oeste.

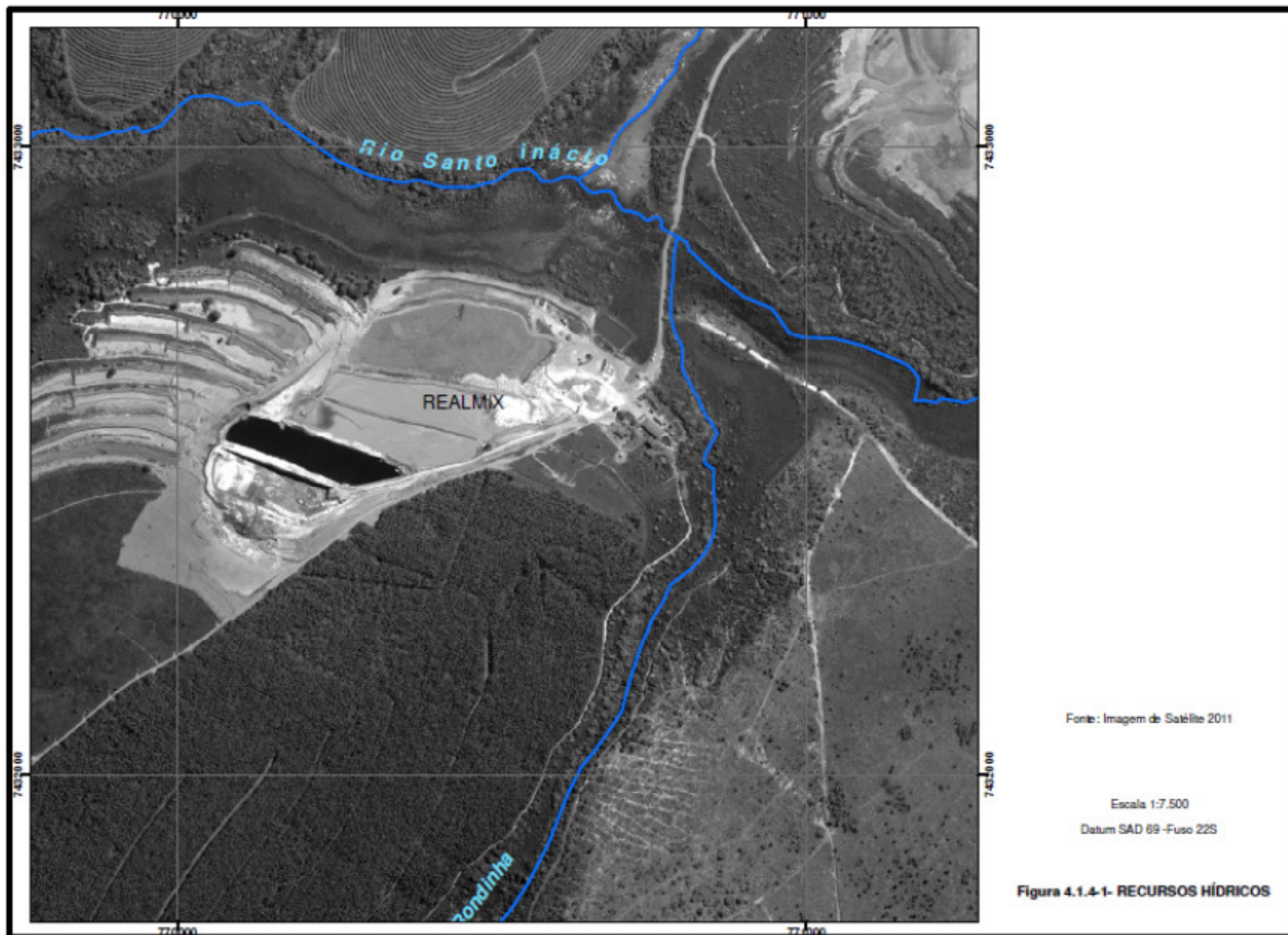
No restante da porção sul e oeste, um pequeno curso de água sem nome faz este limite.

Cabe lembrar que na porção sul em épocas de chuvas intensas é formada uma lagoa pelo baixo gradiente de escoamento no local.

Segundo o decreto estadual 10.755/77 que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no decreto 8.466/76, o Rio Santo Inácio e seus tributários são classificados como classe 2.

A Realmix já realizou algumas campanhas de caracterização da qualidade das águas para monitoramento das suas atividades extrativas.

A Figura 4.1.4-1 apresenta o mapa de recursos hídricos.



4.2. MEIO BIÓTICO

A área caracteriza-se por campos antrópicos, vegetação pioneira e reflorestamento de Eucaliptos. Na área de reflorestamento de Eucaliptos observa-se a presença de espécies arbóreas jovens do gênero *Miconia* (pixiricas), sendo esta muito utilizada na recuperação de áreas degradadas, e encontram-se em grande número na borda do plantio de eucalipto (Foto 6.2.6-1).



Foto 4.2.6-1 - Detalhe para o indivíduo arbóreo jovem do gênero *Miconia* e sua distribuição na borda do reflorestamento de eucaliptos.

Ao longo da propriedade temos uma área de silvicultura abandonada, apresentando predomínio de gramíneas, indivíduos arbóreos isolados e o solo parcialmente exposto, caracterizando uma vegetação pioneira (Foto 5.2.6-2).



Foto 4.2.6-2 - Área de silvicultura abandonada, atualmente colonizada por espécies pioneiras.

As espécies arbóreas isoladas nativas presentes na área de implantação apresentam pequeno porte, portanto, não apresentam produto lenhoso, onde temos predominantemente a ocorrência de Palmeira *Attalea* sp. Trata-se de uma espécie típica do cerrado brasileiro que pode ocorrer em áreas quando transformadas em pastagem, tornando-se altamente indesejável pela competição que oferece à gramínea forrageira. Muito rústica e tolerante a solos de baixa fertilidade e secos geralmente, forma densas infestações de difícil controle e erradicação. Os frutos e folhas são pouco consumidos pelo gado bovino (Foto 4.2.6-3).



Foto 4.2.6-3 - Detalhe da espécie de Palmeira *Attalea* sp.

4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A Área de Influência Indireta do empreendimento corresponde ao território do município de Bofete, localizado na região central do Estado de São Paulo, a 192 km da capital. O município tem área de 653 km², sendo destes 52 km² da zona urbana e 601 km² da zona rural. Bofete pertence à Região Administrativa de Sorocaba e à Região de Governo de Botucatu. Os municípios limítrofes a Bofete são: Botucatu, Pardinho, Anhembi, Conchas, Porangaba, Torre de Pedra, Guareí, Angatuba e Itatinga, apresentados na Figura abaixo.

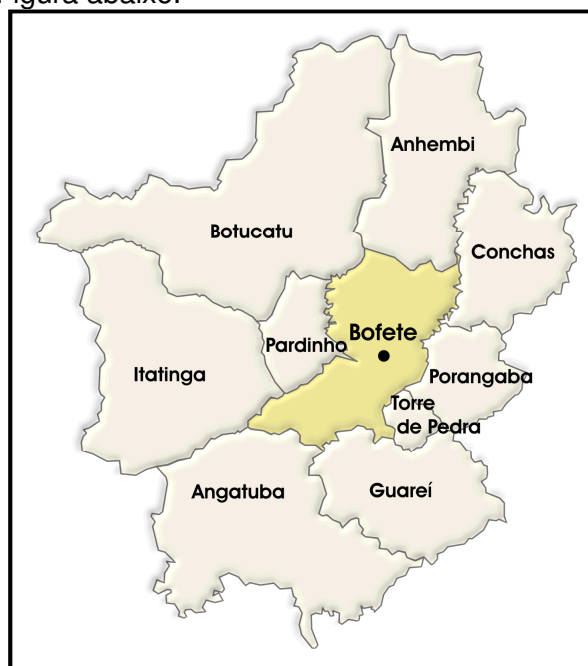


Figura 4.3-1 – Município de Bofete e municípios limítrofes
Fonte: Wikimedia Commons, 2010.

A região de inserção do empreendimento assim como a zona rural de Bofete em geral, é caracterizada por predominância de pastagens, cultura de cítricos e exploração de silvicultura (eucaliptos)..

Não são encontrados bairros rurais ou residências isoladas de sítios ou fazendas. A única população residente identificada no redor corresponde a um pequeno número de funcionários dos portos de areia localizados na região. Os usos do solo identificados ao redor do empreendimento são estritamente agropastoris e de mineração de areia.

Importante ressaltar que o empreendimento está inserido na Área de Proteção Ambiental Corumbataí, Botucatu e Tejupá, criada em 1983, através do Decreto Estadual nº 20.960, possui uma extensão territorial de 649.256 ha, subdividida, em três perímetros Corumbataí, Botucatu e Tejupá. O perímetro Botucatu, com área de 218.306 ha, engloba os municípios de Botucatu, Pardinho, Bofete, Itatinga, Avaré, Porangaba, Guareí, São Manuel e Angatuba.

Esta APA abrange 33% da área do afloramento do Aquífero Botucatu-Pirambóia, mais recentemente denominado por Guarany, sua área é constituída por solos suscetíveis a erosão, de grande importância na capacidade de retenção e armazenamento da água proveniente de precipitação. Os três perímetros que compõem a APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá, estão localizados na província das Cuestas Basálticas e da Depressão Periférica, no Estado de São Paulo.

A rede hidrográfica que atravessa a região desta APA está associada às Bacias dos rios Piracicaba, Médio Tiête Superior e Paranapanema, constituindo densos sistemas de drenagem. A cobertura vegetal original desta APA corresponde aos cerrados, cerradões, matas ciliares e às formações vegetais associadas aos banhados.

Os fatores que levaram à definição desta APA se relacionam, portanto, com a presença de importantes atributos ambientais e paisagísticos constituídos pelas Cuestas Basálticas, pela presença de remanescentes significativos da flora e fauna nativas e pela área de afloramento do Aquífero Guarany, além da ocorrência de patrimônio arqueológico.



Figura 4.3-1 - O círculo vermelho (raio de 10 km) situa a localização da Realmix em relação a APA Corumbataí – Botucatu - Tejupá.

Fonte: Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo – Unidades de Conservação Ambiental e outros Espaços Protegidos – MAPA 13.

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

5.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O BEM MINERAL E MERCADO CONSUMIDOR

As areias da Formação Pirambóia, são conhecidas comercialmente como “areias de quartzo”, visto a quantidade que apresentam de SiO_2 . Estas areias atualmente são voltadas na íntegra para o mercado da construção civil, principalmente para abastecimento das usinas de concreto.

Para este uso é importante que as areias apresentem módulo de finura variando de 1,06 a 1,83. O **Módulo de Finura**, utilizado como referência para as indústrias concreteiras (consumidoras da areia fina da região de bofete) é a soma das porcentagens acumuladas em todas as peneiras da série normal, dividida por 100. Quanto maior o módulo de finura mais grosso será o agregado.

Além do módulo de finura um outro parâmetro é utilizado pela indústria concreteira para verificação da qualidade do produto. Este parâmetro é chamado de **pulverulento**, que representa a porcentagem de finos existente na areia (argila e silte).

A areia contém uma pequena porcentagem de material fino, que não é eliminado no processo de beneficiamento, constituído de silte e argila e, portando, passando na peneira ABNT nº 200 (0,075 mm). Os finos, de um modo geral quando presentes em grande quantidade aumentam a quantidade de água nos concretos para uma mesma consistência. Os finos de certas argilas, em particular, propiciam maiores alterações de volume nos concretos, intensificando sua retração e reduzindo sua resistência. A NBR 7211/83 estabelece os seguintes limites máximos de finos:

Agregado miúdo	Em concreto submetido a desgaste superficial	3,0%
	Nos demais concretos	5,0%
Agregado graúdo		1,0%

O efeito da presença da argila em um agregado destinado a ser utilizado em concreto depende, também, do modo como ela está distribuída. Para a resistência do concreto ela é muito mais nociva, quando se encontra formando uma película tênue que cobre os grãos de areia, do que quando se acha uniformemente distribuída em toda a massa. No primeiro caso a aderência entre a pasta e a areia fica comprometida, enquanto no segundo (em certos casos) poderá ser até favorável.

A NBR 7211 prevê que: "estes limites podem ser aumentado para 5% e 7% em massa, respectivamente quando o material que passa pela peneira ABNT 0,075 mm for constituído totalmente de grãos gerados durante o britamento de rocha", o que não é o caso do material em questão.

De forma geral se admite um volume máximo de 3% nas areias utilizadas para a fabricação de concreto.

5.2. CARACTERIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DA JAZIDA

O depósito mineral é caracterizado essencialmente por uma espessa camada de material arenoso da Formação Pirambóia com espessura superior a 30 metros na área de estudo.

As fotos abaixo ilustram algumas das etapas de pesquisa realizadas quando da pesquisa mineral na área,

Tabela 5.2-1 - Análise química.



Foto 5.2-1 - Trabalhos de sondagem

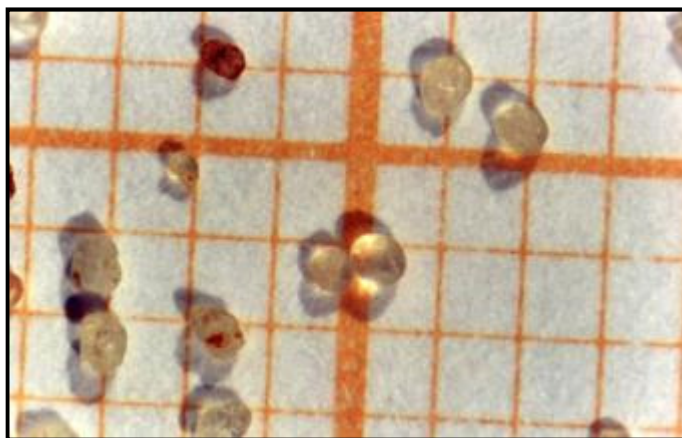


Foto 5.2-2 - Fotografia com lupa mostrando esfericidade e arredondamento dos grãos.

Quando da realização das sondagens a trado foram coletadas amostras características do perfil litológico, com até 30 metros de profundidade.

As amostras foram encaminhadas ao LCT - Laboratório de Caracterização Tecnológica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e efetuada a análise de tamanho de partículas a Laser, e análise por difratometria de Raios X e análise química. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.2-1 onde nota-se a grande quantidade de SiO_2 , com pouca quantidade de outros óxidos são característicos da areia da Formação Pirambóia

Amostra	
SiO_2	97,390,2
Al_2O_3	0,4841
Fe_2O_3	0,58
MnO	<0,10
MgO	<0,10
CaO	<0,10
Na_2O	<0,10
K_2O	<0,10
SiO_2	<0,10
TiO	0,25
P_2O_5	<0,10
PF	0,41

Tabela 5.2-1 - Análise química.

Fração malhas	% PESO	
	retida	Acumulada
+28	5,87	5,87
-28 +48	36,38	42,25
-48 +65	24,81	67,06
-65 +100	20,23	87,29
-100 +150	9,14	96,43
-150 +200	3,46	99,89
-200	0,11	100,00

Tabela 5.2-2 - Análise granulométrica da areias da Formação.

5.3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE LAVRA E PLANO DE LAVRA

A descrição é baseada nas atividades de lavra da empresa. Por solicitação da mesma, alguns dados como reserva total de minérios e outros detalhes sobre produção são colocadas de maneira pouco detalhada.

5.3.1. Método de Lavra

Após a limpeza e o decapeamento da área a ser explorada, a lavra é conduzida por desmonte hidráulico, método que utiliza equipamentos denominados monitores (ou gigantes), que direcionam um jato d'água contra o minério, promovendo a desagregação de material pouco consolidado (arenito friável), pelo impacto direto.

Pela experiência adquirida pela REALMIX na frente de lavra atual, também é utilizada para desmonte uma escavadeira hidráulica, para facilitar a desagregação de camadas mais duras de arenito. Atualmente a Realmix vem também desenvolvendo a lavra (a partir de 2010), com o uso de um trator de esteiras, com escarificador, que também promove a desagregação do arenito mais duro, facilitando as atividades de desmonte. Com isto o aproveitamento da jazida é melhor aproveitado, uma vez que o arenito duro é difícil de ser escavado com a escavadeira hidráulica, e acaba provocando muito desgaste neste equipamento.

Para o desmonte hidráulico a água deve ter uma vazão de cerca de 300 m³/h e a pressão necessária para que o material possa ser desmontado é de 30 a 40 m.c.a. (metros de coluna d'água). A água é captada em barragem de água limpa já existente e transportada por tubulação, através de bomba de 7 polegadas acionada por motor diesel de 130 cv.

A polpa formada pela água e minério escoar por gravidade através de trincheiras inclinadas, previamente abertas, ou simplesmente formadas pelo fluxo de polpa. Uma bacia de acumulação, construída nas cotas mais baixas das trincheiras, capta o material desmontado.

A polpa (minério + água) é bombeada por uma draga de 7", acionada por motor diesel de 250 CV, a qual encaminhará a polpa a uma peneira com abertura de 1 cm instalada na boca do silo regulador de vazão de 20m³. A peneira fará a separação de raízes, pelotas de argila e outras impurezas presentes e direcionará a polpa ao silo regulador. Poderá haver também adição de água neste tanque se necessário.

A partir do tanque regulador de vazão ocorre novo bombeamento (bomba de polpa acionada por motor diesel de 130 cv) direcionando o material para o primeiro hidrociclone. A fração fina (silte e argila) rejeitada pelo hidrociclone é encaminhada por gravidade à bacia de decantação de finos construída especialmente para este fim.

A areia sofre deslamagem em um silo de 20 m³, onde é adicionada água sobre pressão, através de bombeamento (bomba de água de 130cv), ocorrendo a lavagem e desagração do material argiloso. A fração argilosa é conduzida para a decantação. A fração arenosa é direcionada ao segundo hidrociclone, onde novamente é deslamada.

A descarga de fundo do hidrociclone será constituída de produto úmido. Os rejeitos seguirão para a bacia de decantação e a areia descarregada pelo fundo será desaguada na própria pilha em formação. A partir da pilha o produto é transportado por pá carregadeira e embarcado em caminhões basculantes.

Este último hidrociclone está situada na ponta de uma lança adaptada num equipamento do tipo drag-line, que apesar de estacionário, movimenta a lança sempre que a pilha abaixo esteja formada. Deste modo forma-se a pilha em forma de semi círculo, facilitando o escoamento da pilha e, portanto, oferecendo um produto ao consumidor com menos teor de umidade.

Cabe lembrar que, atualmente, toda a água utilizada na operação é proveniente das operações em circuito fechado, e fornecimento pluvial, não sendo necessário a captação adicional de água.

O rejeito, constituído pela fração argilosa, ficará armazenado na bacia, sendo adensado pela ação da gravidade, e caso necessário poderá ser bombeado para secagem em leiras nas curvas de nível. Quando seco este material é retomado para posterior fechamento das bacias de decantação.

As fotos a seguir ilustram o processo descrito acima.



Foto 5.3.1-1 – Frente de lavra em desenvolvimento. Utilização de monitores para desmonte hidráulico



Foto 5.3.1-2 – Escavadeiras promovendo o desmonte, e polpa direcionada à primeira draga.



Foto 5.3.1-3 - Peneira e silo regulador.



Foto 5.3.1-4 - Primeiro Hidrociclone e silo de deslamagem.



Foto 5.3.1-5 - Segundo Hidrociclone, disposto na lança da dragline, que forma a pilha em semicírculo.



Foto 5.3.1-6 - Rejeito formando bacias de decantação.



Foto 5.3.1-7 Operação do trator de esteira e da retroescavadeira

A montagem fotográfica abaixo ilustra as operações de lavra realizadas na jazida da Realmix.

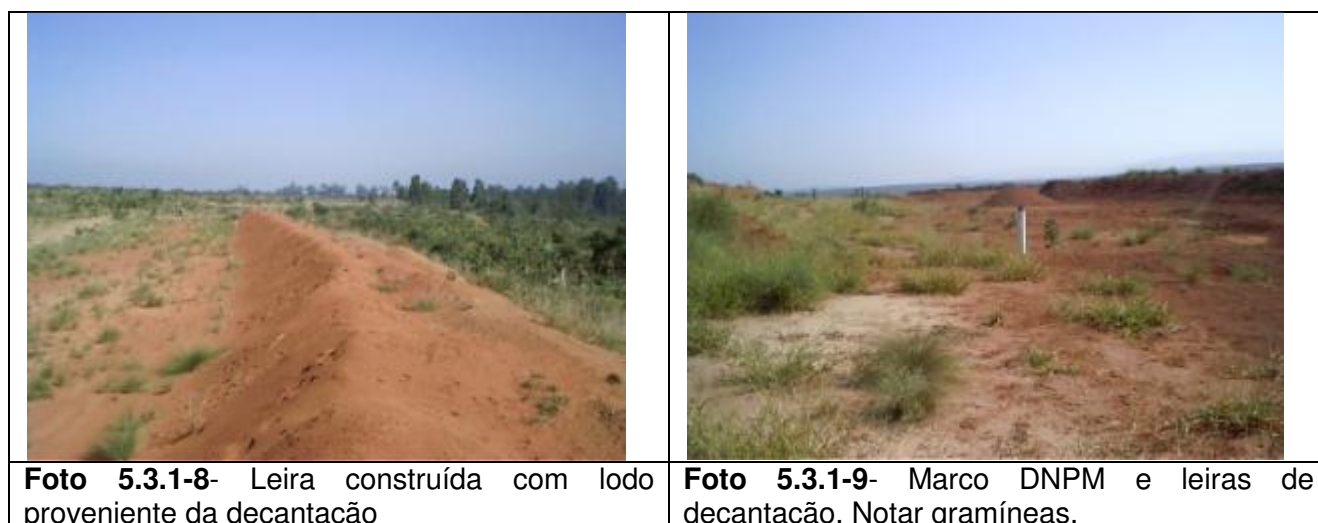


Foto 5.3.1-7 - Situação da área de lavra (fevereiro 2011)

No início das atividades de lavra, o espaço para colocar o rejeito, composto pelo lodo proveniente da decantação de finos era escasso, pois as bacias de decantação das fases iniciais foram construídas e tinham dimensões reduzidas. Deste modo a capacidade da bacia era esgotada rapidamente e para ser possível a continuidade das atividades o lodo era frequentemente bombeado para curvas de níveis situadas topograficamente acima da frente de lavra.

Com isto possibilitava-se a limpeza da bacia de decantação e possibilidade da continuidade da lavra, com retorno de água e espaço para deposição de novo lodo.

Esta atividade foi aos poucos sendo reduzida, uma vez que com o avanço da lavra as bacias de decantação não precisaram ser mais construídas no terreno, sendo aproveitada a própria cava aberta e lavrada como decantação, gerando maior espaço para deposição do lodo.



Este material, retomadas pela pá carregadeira e escavadeira, depositado em leiras ao longo de curvas de nível, e portanto estabilizado, e com teor de umidade, possibilitou o rápido crescimento de gramíneas, e um "descanso" de pelo menos 3 anos.

Como o avanço da cava este material depositado teria que ser retirado da frente de avanço de lavra. Ele foi então (e continua) sendo retirado para fazer uma camada de cobertura por cima da bacia de decantação desativada, proporcionando uma camada espessa de solo por cima da bacia, possibilitando o plantio de eucaliptos sobre a bacia, conforme será apresentado adiante.

5.3.2 Equipamentos Utilizados nas operações de lavra

- 02 retroescavadeira sobre esteiras – 0,9 m³;
- 02 pácarregadeiras sobre pneus com caçamba de 1,5 m³;
- 02 caminhão basculante trucados;
- 01 trator de esteiras
- 03 bombas de 7" acionada por motor diesel de 130 CV;
- 01 bomba de 7" acionada por motor diesel de 250 CV;
- 01 bomba reserva acionada por motor diesel de 130 CV;
- 02 monitores para desmonte hidráulico;
- 03 hidrociclones;
- 02 tanques de combustível;
- 01 veículo de apoio.

Nas fotos a seguir observa-se alguns dos equipamentos mencionados. Outros equipamentos já foram ilustrados ao longo da descrição do empreendimento.



Foto 5.3.2-1 - Tanques de combustível



Foto 5.3.2-2 - Trator de esteiras D-8

5.3.3 Operações auxiliares

Além dos equipamentos móveis previstos para operarem na área, listados anteriormente, a empresa alugará uma motoniveladora sempre que necessário para a manutenção da estrada de acesso e de acessos internos.

Também sempre que necessário será utilizado trator de esteiras para decapeamento e caminhão pipa para aspersão de água nas estradas. O decapeamento, construção das vias de acesso e transporte, diques de contenção serão feitos pela pá carregadeira, trator e caminhões.

Os serviços de pequenos reparos (soldagem, corte de chapas, lubrificação e lavagem de equipamentos) serão feitos no local, ficando os serviços de manutenção mais pesados para serem feitos em oficinas contratadas na região.

A administração será realizada localmente havendo um gerente da empresa envolvido diretamente com as operações. Será apoiado por serviços contratados em escritórios especializados de engenharia e contabilidade, que darão o suporte necessário para os projetos, escolha e compra de equipamentos e serviços administrativos, como de departamento pessoal, fiscal, contas a pagar, cobrança e contabilidade.

5.4 BACIAS DE DECANTAÇÃO E TANQUES DE ÁGUA LIMPA

Com o avanço da lavra, conforme a bacia de decantação estiver com seu volume esgotado, nova área dentro da cava será destinada a funcionar como bacia de decantação. Já foi demonstrada a situação atual do processo 820.340/99 com a frente de lavra, tanque de água limpa e bacia de decantação.

Deste modo a Realmix, conforme avança com sua frente de lavra, vem recuperando as bacias de decantação, que já foram antigas áreas de lavra, com os finos do processo. Os tanques de água limpa por sua vez, conforme vão ficando assoreados, são transformados em bacias de decantação, e um novo tanque para água limpa é aberto na frente de lavra. Esta seqüência promove a reconfiguração da área. Obviamente não é atingida a configuração original da área, mas sim na forma de platôs.

Esta situação é pode ser entendida observando-se a fotografia a seguir da situação atual das atividades existentes.



Foto 5.4-1 - Bacias de decantação. A foto 4.3.2-6 também ilustrou esta situação a partir de outro ângulo.

5.5 PÁTIO DE BENEFICIAMENTO E ESTOCAGEM

O pátio de beneficiamento e estocagem corresponde a uma área plana, onde estão instalados os hidrociclones. Nesse pátio serão formadas as pilhas de estocagem, diretamente sob os hidrociclones. Também nesse pátio ocorrerá a expedição do produto, através do carregamento dos caminhões e carretas que vierem adquirir o produto.



Foto 5.5-1 - Estocagem e expedição



Foto 5.5-2 - Decantação do pátio de beneficiamento

5.6 SISTEMAS DE DRENAGEM

O sistema de drenagem é constituído por direcionamento das águas, que acompanharão o topo dos taludes, e bordas das cavas. Nos acessos são providos de dissipadores de energia nas descidas dos taludes.

As canaletas de drenagem terão por finalidade isolar as áreas em operação das que não sofreram interferência e das já recuperadas. Dessa forma serão isoladas as áreas desnudas, onde estão ocorrendo as atividades de mineração, de maneira que as águas pluviais ali captadas possam ser direcionadas para uma bacia de decantação para retenção das partículas carreadas.

O patio de estocagem e carregamento possui sistema de drenagem, que direciona estas águas, junto com as águas pluviais para dois tanques na porção norte. O primeiro, funciona como decantador de partículas finas. O segundo é mais um reservatório de água limpa.



Foto 5.6-1 - Estrutura de contenção de água.



Foto 5.6-2 - Bacia de decantação de água dos acessos internos.

5.7 PARÂMETROS DA CAVA

Os taludes finais terão inclinação 2:1, ou seja, 2 metros de projeção horizontal para cada metro de ascensão vertical. A altura máxima dos taludes será de 10 metros e na sua configuração final serão entremeados por bermas horizontais de 7 metros de largura.

Tais dimensões conservadoras são necessárias tendo em vista as características do terreno, formado por arenito pouco consolidado. Eventualmente se em profundidade o arenito se mostrar mais coeso, tais critérios poderão ser revistos.

Os critérios de projeto adotados foram:

- Ângulo de repouso do minério: 26,5 °
- Inclinação de taludes em cortes: 2 h : 1 v
- Inclinação de taludes em aterros: 2 h : 1 v
- Altura máxima de taludes: 10 m
- Largura da berma intermediária: 7 m
- Profundidade das cavas 15 m

5.8 REGIME DE OPERAÇÃO, PRODUÇÃO E VIDA ÚTIL DA MINA

A mina opera 12 meses por ano, no seguinte período: de Segunda à Sexta - 5:00 às 18:00 e, Sábados - 5:00 às 11:00. A quantidade prevista para produção de areia é de 180.000 m³ /ano 360.000 m³ /ano, em função da demanda.

A partir da experiência da lavra atual, e das sondagens e ensaios realizados apresentados no Relatório Final de Pesquisa foi considerando uma recuperação de 70% de areia no volume total das reservas medidas.

5.9. MÃO-DE-OBRA

O empreendimento emprega diretamente 9 funcionários, cujas respectivas funções encontram-se listados a seguir.

CARGO	QTDE
Encarregado	1
Mecânico	1
Serviços Gerais	2
Operador de Máquinas e motorista	4
Draguista	2
TOTAL	9

Quadro 5.9-1 - Mão de Obra

Os funcionários são transportados até o local por veículo de apoio. Já existe na mina habitação para o encarregado e área de apoio (escritório administrativo, refeitório, oficinas, vestiário, etc).

5.10. ENERGIA E ÁGUA

Apesar dos equipamentos serem de motor de combustão interna há energia elétrica no local para as instalações civis e oficinas. O abastecimento de água para uso em radiadores de motores a combustão interna é feito atualmente pela captação no Ribeirão Rondinha.

O consumo de água potável é feito através da compra de garrafões de 20 litros. A água utilizada para o processo de desmonte hidráulico e lavagem da areia, é feita através de circuito fechado, com captação na bacia de decantação.

5.11. INSTALAÇÕES CIVIS

Existe na área do empreendimento estrutura de apoio, constituída por um galpão com um almoxarifado/oficina, vestiário e área coberta para manutenção e pequenos reparos mecânicos.



Foto 5.11-1 - Em primeiro plano, caixa separadora de óleo e água. Em segundo oficina da Realmix



Foto 5.11-2 - Detalhe da oficina



Foto 5.11-3 - Portaria de entrada e balança.



Foto 5.11-4 - Instalações da Realmix



Foto 5.11-5 - Horta implantada pelos funcionários.



Foto 5.11-6 - Sinalização e responsabilidade técnica do empreendimento.



Foto 5.11-7 e 8 - Placas de Sinalização.



5.12. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

A seguir é apresentado um cronograma anual típico para o empreendimento, que se estenderá ao longo da vida útil da jazida.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Decapeamento												
Atividades de Lavra												
Carregamento e Transporte												
Monitoramento (Geral)												
Atividades de recuperação ambiental												

Quadro 4.12-1 – Cronograma das atividades.

6. EVOLUÇÃO DA LAVRA E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS

Comparando-se a planta da situação atual com as plantas anteriores, é possível observar e entender melhor a evolução da lavra. Nota-se que onde foram iniciadas as atividades de lavra, as áreas já foram recuperadas, sendo as mesmas utilizadas inicialmente como bacia de decantação, e posteriormente, com a colocação de solo e reconfiguração topográfica.

Nas fotos abaixo pode-se comparar uma área já recuperada, e a foto correspondente em 2004.



Foto 6-1 - Início da lavra (2000).



Foto 6-2 – Área recuperada (Janeiro de 2004).

Nas fotos a seguir pretende-se mostrar uma série de atividades e progresso da reconfiguração da área ao longo dos anos



Foto 6-3 – Leiras de secagem de finos (Junho 2005).



Foto 6-4 - Material retirado das leiras para promover a cobertura da bacia de decantação (junho 2005)



Foto 6-5 – Bacia de decantação em fase final de repreenchimento (agosto 2005).



Foto 6-6 – Disposição de finos para aterramento da bacia (janeiro 2006).



Foto 6-7 – Parte de antiga bacia recuperada (Setembro 07).



Foto 6-8- Alteamento da bacia de decantação com material proveniente das leiras (abril 2010).



Foto 6-9- Talude de bacia de decantação recuperado.



Foto 6-10 - Bacia de decantação revegetada (foto de dezembro de 2010).



Foto 6-11 – à direita, plantio de eucalipto na bacia de decantação recuperada (Dez. 2011).



Foto 6-12 - Bacia de decantação revegetada (foto de dezembro de 2011).



Foto 6-13 -Vista geral da revegetação da bacia de decantação (dez. 2011).



Foto 6-14 – O mesmo plantio, em fevereiro de 2012. Notar o crescimento da vegetação.

Na sequência acima observa-se que a primeira área de lavra, utilizada posteriormente como bacia de decantação, já foi totalmente repleta, alçada com cerca de 1 a 1,5 metros de material provenientes das leiras (conforme descrito anteriormente) e do decapeamento e revegetada com eucaliptos.

Este uso e destino foi proposto na apresentação do PRAD inicial que contemplou o licenciamento da área. Isto demonstra que a empresa vem cumprindo com o projeto de recuperação e efetivamente recuperando a área já lavrada, dando o destino agropastoril à mesma.



Foto 6-15 - Vista do plantio em junho de 2012. Notar nova bacia de decantação desativada sendo aterrada (julho 2012).



Foto 6-16 - Detalhe do plantio (julho de 2012)

Cabe ressaltar que o plantio, apesar de não ter tido um estudo agrônomo de detalhe, foi realizado por equipe especializada em reflorestamento de eucaliptos, com larga experiência na atividade, que realizou alguns estudos básicos para o plantio. Esta equipe também foi responsável por outros plantios na Fazenda Castelo, bem como para a aplicação dos primeiros ciclos de adubação.

Na sequência de plantas a seguir é feito uma comparação dos diversos levantamentos e atualizações topográficas realizadas. Assim é possível se notar a evolução do empreendimento ao longo dos anos.

Posteriormente é apresentada uma sequência semelhante através de fotos aéreas e imagens de satélites. Também é possível se observar toda a evolução da área de lavra.

Por fim é apresentada uma imagem atualizada mostrando a área do empreendimento em detalhe.

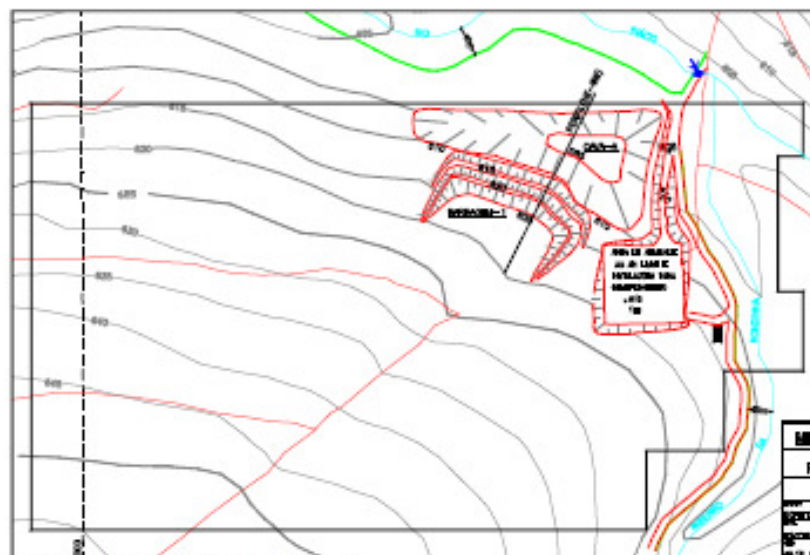


Figura 6.1A - Proposta de início de atividades

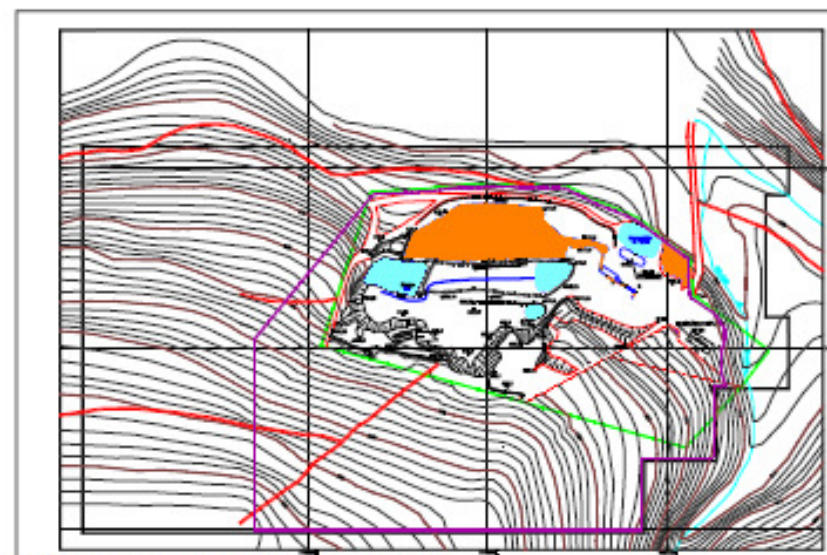


Figura 6.2B - Levantamento Topográfico janeiro/2.004

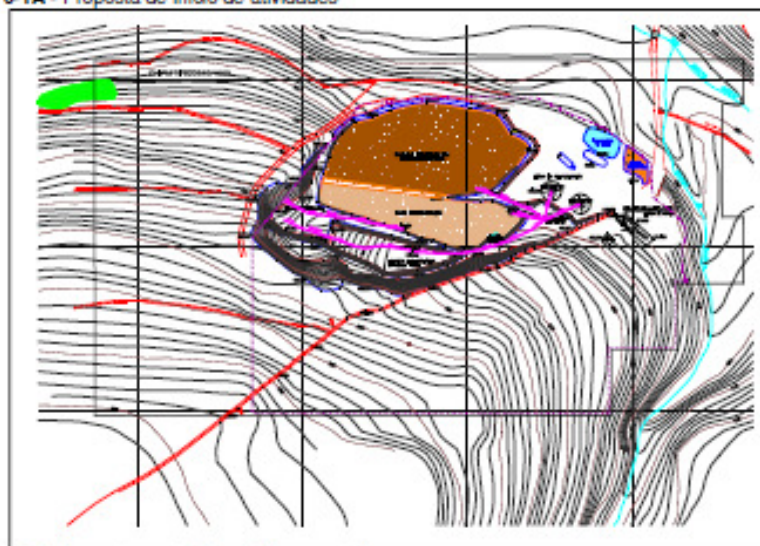


Figura 6.3C - Levantamento Topográfico agosto/2007

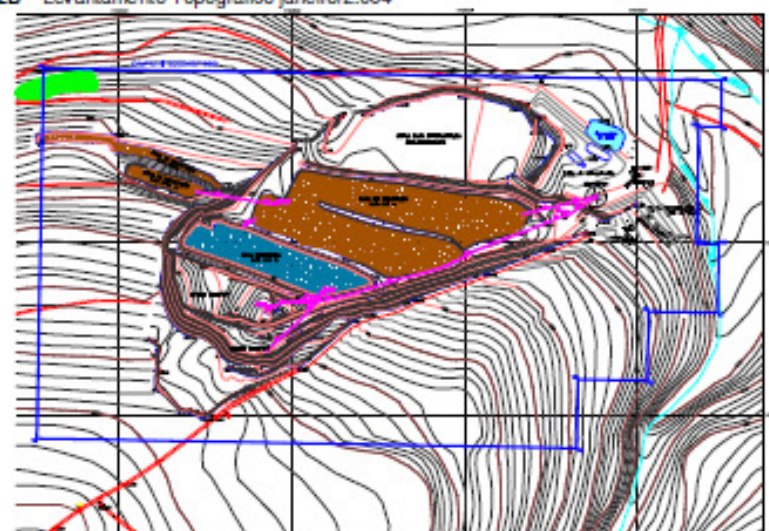
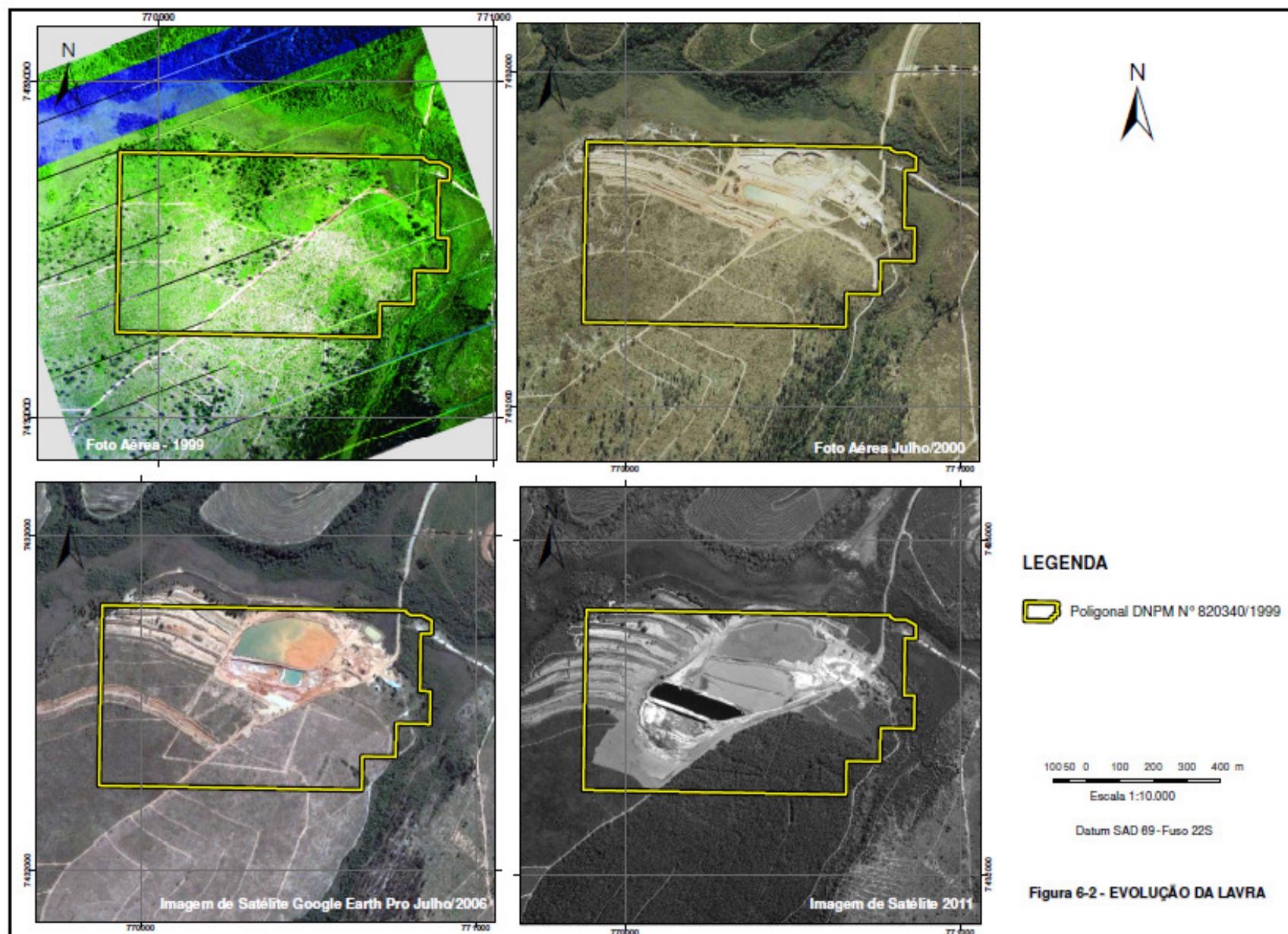


Figura 6.4D- Levantamento topográfico janeiro 2011.

FIGURA 6.1 EVOLUÇÃO DA LAVRA





6.1. OUTRAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO

Além da atividade de recuperação da área lavrada propriamente dita com a reconfiguração topográfica e reaproveitamento para atividade agropastoril, a implantação do projeto de revegetação na área minerada vem sendo realizado desde o início das atividades de lavra, seguindo as orientações propostas no Relatório De Controle Ambiental/Plano De controle ambiental e no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (RCA/PCA/PRAD).

Os objetivos da revegetação são minimizar os impactos decorrentes das atividades de lavra. Com esse procedimento consegue-se melhorar a paisagem, aumentar a área de aporte à fauna local, promover a dispersão e aumento do banco de sementes para a região, atuando como agente minimizador dos impactos.

O plano de revegetação além de permitir o uso e conservação do solo, visa preservar, melhorar, manter espécies nativas e introduzir novas espécies às paisagens degradadas e complementá-las com efeitos estéticos e paisagísticos. Busca também, através da recomposição das áreas com essências nativas, a melhoria das margens dos corpos d'água.

O plantio de espécies nativas em projetos de Recomposição visa garantir não só a beleza estética, mas também permitir amenizar o risco de extinção de muitas espécies da mastofauna e avifauna que vivem na região, garantindo sua alimentação, além de garantir a dispersão das sementes, formando assim, um ciclo de propagação dessas essências nativas.

As diretrizes e atividades de revegetação seguem a proposta apresentada no RCA/PCA apresentado quando do licenciamento ambiental.

Também durante as etapas de licenciamento, foi necessário promover a averbação da Reserva legal da propriedade, atividade que ainda não pode ser concluída documentalmente, pois aguarda-se a manifestação do INCRA sobre o georreferenciamento e a retificação da propriedade. Porém em campo a empresa já vem adotando a prática de revegetação e isolamento da área de reserva legal. Importante ressaltar que o órgão ambiental já concordou com a proposta da empresa, faltando apenas a parte documental junto ao cartório, que deverá ser concluída após análise do georreferenciamento pelo INCRA

6.1.1 Acompanhamento do projeto de revegetação

A vistoria das atividades referentes ao acompanhamento da revegetação são feitas freqüentemente pelos funcionários e administradores da Relamix, além do apoio técnico de Biólogo/agronomo, sempre que necessário.

No ano de 2007 foi realizada uma grande campanha de plantio ao longo do Ribeirão Rondinha. Desde então a empresa vem mantendo o isolamento da área de APP do Rio Santo Inácio e do Ribeirão do Rondinha, onde é possível observar a recuperação natural da área. Importante salientar que estas áreas, por vezes são bem superiores à largura de 30 metros da APP, entrando na área proposta como reserva Legal..

Em vistoria realizada no mês de fevereiro de 2012, observou-se o bom desenvolvimento dos plantios, onde a REALMIX vem preservando toda a faixa ciliar do Rio Santo Inácio (Figura 4.1-1), promovendo o isolamento desta área para sua regeneração natural.



Figura 6.1.1-1: APP do Rio Inácio— Dois ângulos do plantio na APP, onde as espécies como (A) jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e o (B) maricá (*Mimosa bimucronata*) apresentam porte arbóreo, indicando o processo natural de regeneração.

Na APP do Rondinha, a área que está sendo preservada é limitada por um acesso já existente (Figura a seguir), por vezes deixando uma área maior que 30 metros, que coincide com área destinada à Reserva Legal. Nestas áreas, a única atividade realizada além de plantio é a capina parcial, mantendo-se sempre as mudas que vem se desenvolvendo. Com este trabalho a REALMIX está ajudando a proporcionar a regeneração natural da mata ciliar do Ribeirão Rondinha, o que pode ser visto na Figura seguinte. Também é feito o constante plantio de novas mudas nos locais com falhas dos plantios anteriores.



Figura 6.1.1-2: Detalhe da demarcação da área revegetada, APP do Córrego do Rondinha+reserva legal.



Figura 6.1.1-3: Vista do plantio com o desenvolvimento do processo de regeneração natural.



Figura 6.1.1-4: Muda da espécie *Acosmium sp* (amargosinha) com bom desenvolvimento, detalhe dos frutos

Conforme mencionado a Realmix apresentou projeto junto ao DEPRN, e obteve a aprovação da sua proposta de implantação de reserva legal, já estando implantando esta reserva na Fazenda Castelo. As áreas de reserva legal acompanham as áreas de APP, fazendo com que em alguns pontos a mesma chega a ter mais de 100 metros de largura (Figura a seguir). Além disto, uma porção a sul da propriedade foi preservada onde as características são de cerrado.



Figura 6.1.1-5: Dois ângulos de vista da Reserva Legal (ao fundo), concomitante à APP de Rio Santo Inácio.

No início deste ano nova campanha de plantio na área de reserva Legal, onde ao todo foram plantadas mais 1.500 mudas de espécies nativas.



Figura 6.1.1-6: Vista geral da área destinada ao novo plantio.



Figura 6.1.1-7: Mudanças a serem utilizadas no plantio. Detalhe das mudas separadas por espécie, exemplares de canafístula (*Peltophorum dubium*).



Figura 6.1.1-8: Muda de sabão-de-soldado (*Sapindus saponaria*).



Figura 6.1.1-9: Muda de ipê-roxo-de-bola (*Tabebuia impetiginosus*).



Figura 6.1.1-10: Muda de ipê-roxo-de-bola (*Tabebuia heptaphyllus*).



Figura 6.1.1-11: Muda de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*).

7. CONCLUSÕES

O processo de legalização das atividades extrativas da REALMIX, tiveram início em 1999 com o requerimento de pesquisa da área. Com a solicitação da mudança de regime de autorização e concessão para licenciamento foi possível iniciar a atividade rapidamente, permitindo a rápida produção e geração de receitas num curto espaço temporal.

O produto extraído, representado por areias da Formação Pirambóia, são conhecidas comercialmente como “areias de quartzo”, visto a quantidade que apresentam em SiO_2 . Estas areias atualmente são voltadas na íntegra para o mercado da construção civil, principalmente para abastecimento das usinas de concreto, atingindo a região de Sorocaba e São Paulo, mesmo estando distante da capital cerca de 190 km.

Este mercado, considerado deficitário no Brasil em termos de produção per capita, se comparado a países desenvolvido, deve continuar em expansão, ainda mais agora, com políticas governamentais como o PAC, e com necessidade de obras de infraestrutura que demandarão o uso de agregados para suporte das olimpíadas e copa do mundo

Isto mostra a necessidade e tendência do mercado em buscar agregados cada vez mais longe dos grandes centros urbanos, uma vez que a matéria prima torna-se escassa nas proximidades, visto o esgotamento das reservas e a própria expansão urbana.

O empreendimento produz cerca de 600.000 ton anuais, com geração de cerca de R\$ 70.000 anuais só de CFEM (valor de CFEM arrecadado em 2011), valor expressivo para um município que arrecadou segundo o DNPM R\$ 276.090,00 no ano de 2011 (www.dnpm.gov.br).

Além disto gera 9 empregos diretos, quantidade significativa para um município do porte de Bofete, visto que a mão de obra é praticamente toda local. Isto sem considerar toda as atividades de suporte dados por terceiros, muitas das quais obtidas no próprio município.

O uso de equipamentos de porte, como escavadeiras e trator sobre esteiras, permite o melhor aproveitamento da jazida em profundidade, fazendo com que o avanço linear seja lento, bem como permite a recuperação da área, tanto do ponto de vista ambiental, como para utilização futura, dando novo valor à propriedade imóvel.

No caso em questão o que é mais interessante, é que a recuperação que está sendo promovida, está possibilitando o mesmo uso da Fazenda Castelo, antes da atividade mineira, que era o plantio de eucaliptos, podendo-se utilizar a área para qualquer atividade agropastoril compatível com clima e região. Basicamente somente algumas diferenças topográficas são observadas da configuração original do imóvel.

Ressalta-se que as atividades de revegetação da APP e revegetação e isolamento da reserva legal, vem apresentando um grande ganho ambiental. Fato que apesar de ser obrigatoriedade legal, caso não houvesse o empreendimento mineiro provavelmente esta recuperação não estaria sendo tão bem conduzida.

Ainda resta dúvidas sobre o sucesso absoluto da revegetação com eucaliptos na bacia de decantação desativada, uma vez que não foi feito nenhum tipo de estudo agrônômico aprofundado, e uma vez que abaixo da cobertura de material de cerca de 1m, existe uma bacia de decantação e não se sabe ao certo se as raízes dos eucaliptos sofrerão ao alcançar este horizonte. Somente daqui a cinco- seis anos, quando os eucaliptos deveriam estar prontos para o corte é que se saberá se o desenvolvimento foi satisfatório.

Porém o objetivo principal deste trabalho, foi, através de um estudo de caso, demonstra que, se a lavra for bem planejada e, se recuperada de preferência concomitantemente à operação, ela possibilita uma excelente recuperação e reaproveitamento da propriedade.

8. REFERÊNCIAS

BISTRICHI, C.A. et al. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*; Escala 1:50.000, São Paulo, IPT (IPT, Monografia 6, Publicação 1184), 1981.

BRIGHETTI, J.M.P. *Faciologia dos sedimentos da Formação Pirambóia na Região de Rio Claro. (SP)*. Tese de Mestrado IG-USP, 1994.

NÍMER, E. *Climatologia do Brasil* - IBGE, 1989.

PONÇANO, W. L. et al. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*; Escala 1:10.000, São Paulo V.1 (IPT Monografia 5, Publicação 1183), 1981

MARANHÃO, R. J. L. *Introdução à pesquisa mineral*. Fortaleza, BNB. ETENE, 1982.

REALMIX Agregados Minerais Ltda. *Relatório final de Pesquisa apresentado ao DNPM* (processo 820.140/1999), 2007.

REALMIX Agregados Minerais Ltda. *Plano De Aproveitamento Econômico apresentado ao DNPM* (processo 820.140/1999), 2008

REBOUÇAS, A.C. *Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia do Paraná*. Análises de previabilidade Tese de Livre-Docência , U.S.P. , São Paulo 143p, 1976.

REBOUÇAS, A.C. *Sistema Aquífero Botucatu no Brasil*, Recife, PE, 8º Congr. Bras. De Água Subt., ABAS, p 500-509, 1994

SCHOBENHAUS, C. *Geologia do Brasil*. DNPM/MME, 1984

SILVA, R.B.G. *Estudo hidroquímico e isotópico das águas subterrâneas do aquífero Botucatu no Estado de São Paulo*. Tese Dout. , Univ. de São Paulo 133p, 1983.

SOARES, P.C. *O Mesozóico Gonduânico no Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado. DGM-FFCL de Rio Claro-SP. pp 152., 1974

ZALAN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T. e ZANOTTO, O.A. *Tectônica e Sedimentação da Bacia do Paraná*. Atas do III Simp. Sul-Brasileiro de Geologia, V.1. Curitiba - PR. pp. 441-447, 1987

Sítios da Internet Consultados

www.ambiente.sp.gov.br

www.cetesb.sp.gov.br/

www.daee.sp.gov.br

www.dnpm.gov.br

www.recursoshidricos.sp.gov

www.sigrh.sp.gov.br