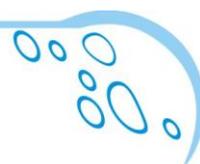




Complemento do EIA-RIMA referente à instalação e operação da unidade de beneficiamento do calcário marinho na área do Distrito Industrial em São Luís - MA.

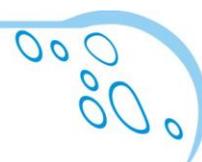
SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
1. LOCALIZAÇÃO, DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ZONEAMENTO	5
1.1. Área Total do Terreno	5
1.2. Área Ocupada Pelo Empreendimento	5
1.3. Localização Geográfica do Empreendimento.....	6
1.4. Diagnóstico Ambiental	9
1.4.1. Caracterização Hidrogeológica	22
1.4.2. Caracterização dos solos	36
1.4.3. Caracterização de declividade; potencial de recarga e uso e cobertura da terra zoneamento da região ...	41
1.4.4. Localização do Empreendimento em relação às Unidades de Conservação	42
1.4.5. Localização da área em relação ao mapa de bacias hidrográficas	45
1.4.6. Localização da área em relação ao plano diretor de ordenamento territorial.....	49
2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	53
2.1. Fase do Empreendimento.....	53
2.2. Matérias-Primas Utilizadas no Processo	53
2.3. Processos Operacionais	54
2.4. Fluxograma do processo de beneficiamento	56
2.5. Equipamentos Utilizados	61
2.6. Abastecimento de Água	61
2.7. Esgotamento Sanitário	61
2.8. Área de Abastecimento de Combustíveis e Lubrificação de Veículos.....	66
2.9. Quadro de Funcionários	66
2.10. Resíduos e efluentes gerados em cada etapa do	





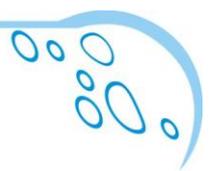
	empreendimento	67
2.11.	Resíduos Sólidos	74
2.12.	Projeto detalhado do sistema de tratamento do material particulado	79
3.	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI`S)	82
4.	CONCLUSÃO	84
5.	EQUIPE TÉCNICA	85
6.	REFERÊNCIAS	86
	ANEXOS	90



INTRODUÇÃO

O presente documento visa complementar o EIA-RIMA da BIOMAR MINERAÇÃO LTDA apresentando os estudos ambientais do empreendimento de instalação e operação da Unidade de Beneficiamento do sedimento marinho a ser localizada numa área do Distrito Industrial de São Luís/MA. Foram analisadas as características e condições atuais dos ecossistemas locais, os impactos diversos que podem ocorrer sobre os mesmos e indicadas as medidas corretivas que possibilitem minimizá-los.

Os estudos e levantamentos realizados e sintetizados neste documento, sobre o meio físico, biótico, e socioeconômico da área de influência do projeto da Unidade de Beneficiamento, bem como a avaliação e identificação dos impactos e a sua mitigação, sugerem que os efeitos ambientais provocados pelo empreendimento são mitigáveis através da adoção de medidas de controle a serem incorporadas pela empresa.



1. LOCALIZAÇÃO, DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ZONEAMENTO

1.1. Área Total do Terreno

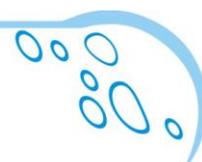
O terreno aonde o empreendimento vai se instalar possui uma área total de 280.000 m² (Figura 1 e Anexo I).



Figura 1- Poligonal do terreno da Usina às margens da BR-135. Observar o limite leste - BR 135 - e o limite oeste - CFN.

1.2. Área Ocupada Pelo Empreendimento

O empreendimento ocupará uma área de 58.178 m² conforme projeto arquitetônico (Figura 2 e Anexo II).



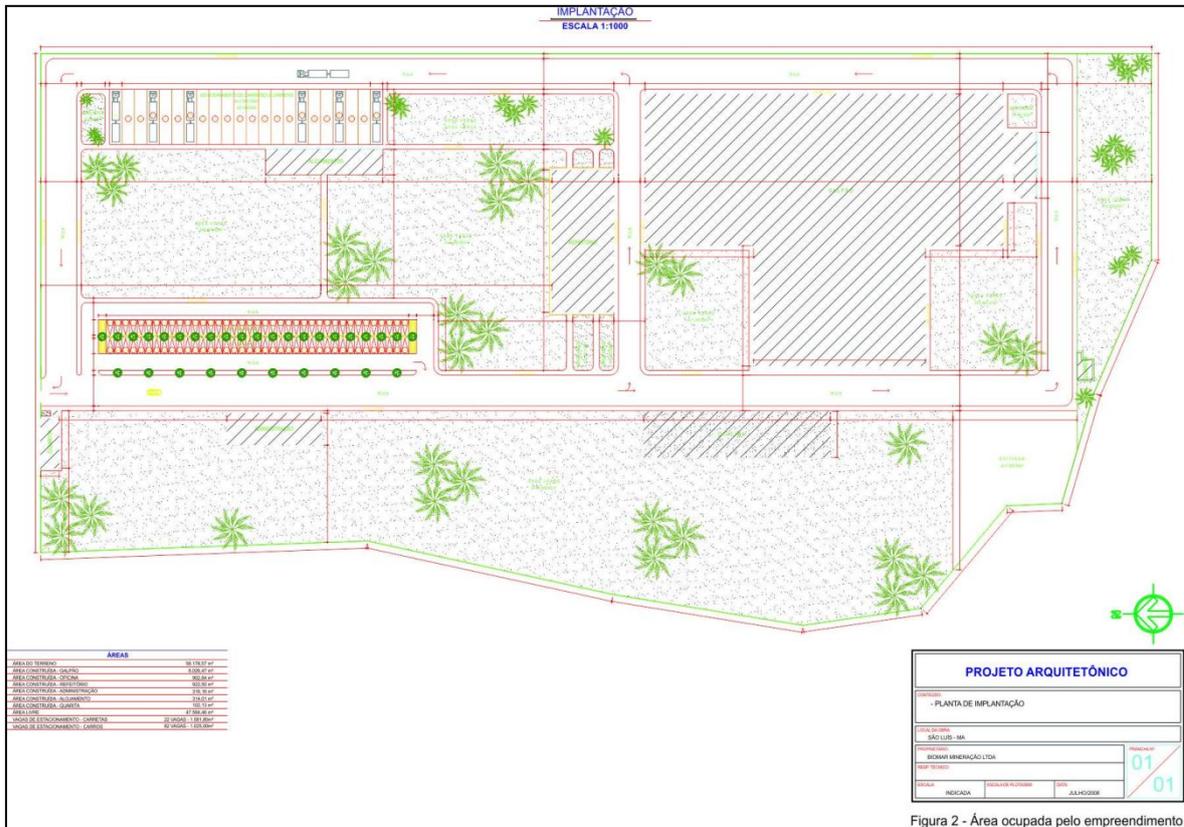


Figura 2 - Área ocupada pelo empreendimento

Figura 2 - Projeto arquitetônico da área da usina.

1.3. Localização Geográfica do Empreendimento

O empreendimento tem localização privilegiada, situando-se à margem da rodovia federal BR-135 na zona Industrial, Município de São Luís - MA, na porção Sudoeste da Ilha do Maranhão, próximo às localidades Porto Grande (distante aproximadamente 5,36 km a Sudoeste) e Vila Maranhão (aproximadamente 1,82 km a Norte-Noroeste), conforme se pode notar na Figura 3 e Figura 4 (Anexo III e IV respectivamente).

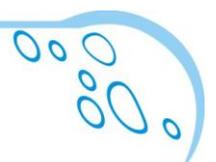
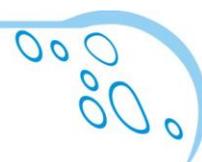




Figura 3- Localização e situação geográfica do local da Unidade de Beneficiamento de Calcário, na porção Sudoeste da Ilha do Maranhão.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2009).



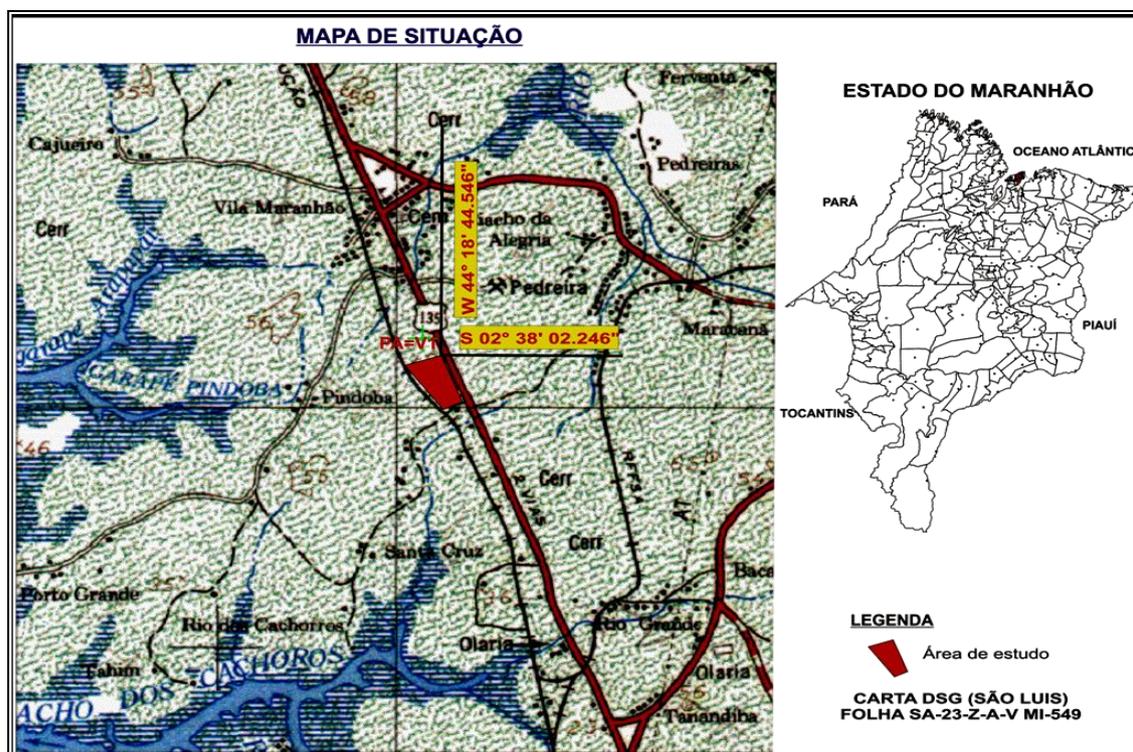


Figura 4 - Situação geográfica do local da Unidade de Beneficiamento de Calcário, na porção Sudoeste da Ilha do Maranhão. Fonte: Carta DSG - Folha SA-23.Z-A-V.

A parcela frontal da área, no sentido leste, fica às margens da BR-135 e a parcela de fundo, no sentido oeste, margeia a ferrovia da CFN - Companhia Ferroviária do Nordeste (Figura 5 e Anexo V).

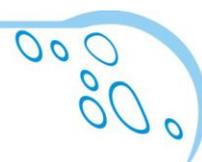
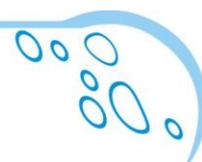




Figura 5 - Localização e situação geográfica do local da Unidade de Beneficiamento de Calcário, na porção Sudoeste da Ilha do Maranhão. Observar o limite leste - BR 135 - e o limite oeste - CFN. Fonte: Adaptado de Google Earth (2009).

1.4. Diagnóstico Ambiental

Para fins de diagnóstico e futuro monitoramento ambiental do local da Unidade de Beneficiamento de Calcário da empresa BIOMAR, convém destacar, segundo Bastos e Almeida (2000, p.85), as áreas de influência direta e indireta do empreendimento. Estas por seu turno correspondem ao raio de atuação de possíveis danos ambientais aos meios físico, ecológico e/ou socioeconômico de certa região. Os itens a seguir demonstram os recortes espaciais dessas áreas de influência, indicando sua abrangência e justificativa que concorreu para a sua delimitação.



Área de Influência Direta - AID

A Área de Influência Direta- AID do Empreendimento é representada pelo próprio local da Unidade de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Apresenta uma área de aproximadamente 280.000 m², conforme demonstrado na Figura 6 e Anexo VI. Esse espaço corresponde, igualmente, à Área Diretamente Afetada (ADA) do Empreendimento.

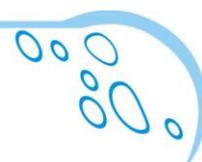


Figura 6 - Localização da Área de Influência Direta- AID do local da Unidade de Beneficiamento de Calcário. Fonte: Adaptado de Google Earth (2009).

Área de Influência Indireta- AII

A Área de Influência Indireta (AII) do Empreendimento é representada por um polígono irregular que tem como limites:

- Ao Norte, a localidade Vila Maranhão;
- Ao Sul, o Canal do Rio dos Cachorros;



- A Leste e a Norte, o região do Maracanã e entorno imediato, caracterizada enquanto limite da Área de Preservação Ambiental - APA de Maracanã;
- A Oeste, a região de Porto Grande.

A Figura 7 e Anexo VII apresenta, espacialmente, a disposição da All do Empreendimento. Os critérios adotados para a presente definição territorial são:

- a) Dinâmica climática regional;
- b) Presença de interferências antropogênicas associadas em curso;
- c) Semelhanças entre as paisagens e coberturas vegetais dominantes, que indicam fluxos de biodiversidade da avifauna local e, pró-parte, impedimento dos fluxos gênicos de outros grupos de animais por entre fragmentos de matas secundárias ainda existentes, bem como limitam os avanços de espécies vegetais nativas.

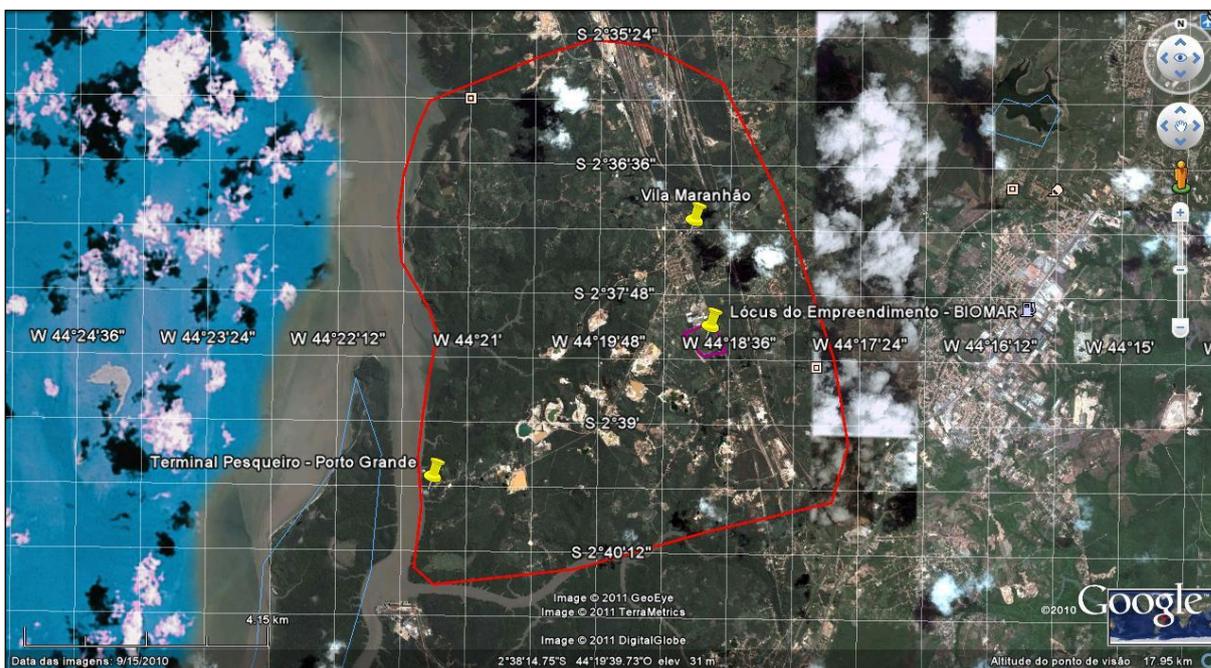
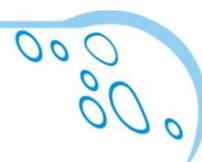


Figura 7 - Área de Influência Indireta - All do local da Unidade de Beneficiamento de Calcário, na porção Sudoeste da Ilha do Maranhão.



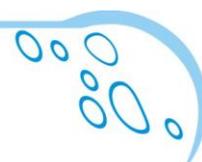
Dinâmica Climatológica Regional

O domínio climático atuante na área onde será implantado o Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR é caracterizado por 02 (duas) estações bem definidas: estação chuvosa (primeiro semestre, ou seja, de janeiro a junho) e estação seca, ou estiagem (segundo semestre, de julho a dezembro). Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 159),

“Em São Luís (MA) observa-se uma expressiva regularidade térmica ao longo do ano, como efeito da maritimidade¹. Todavia, a pluviosidade apresenta dois períodos bem definidos: verão e outono chuvosos (principalmente março e abril, com cerca de 450 mm cada mês) e inverno e primavera pouco chuvosos ou secos (destacam-se outubro e novembro, com cerca de 5 mm cada mês”.

Assim sendo, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007) a região Norte Maranhense, em que se encontram a Ilha do Maranhão, a Capital São Luís e o local do projeto está sob o tipo climático Tropical-Equatorial com cinco meses secos. Ademais, de acordo com a habitual classificação climatológica de Köppen (1955 apud AYOADE, 2001), o espaço total de intervenções está situado no domínio dos Climas Tropicais Chuvosos de Floresta (Af), mesmo não havendo mais ampla distribuição florestal no conjunto dos sistemas ambientais estudados neste Documento, a classificação é válida, pois pouco houve variações das normais climatológicas tridecenais

¹ Em Climatologia, *maritimidade* é o conceito teórico-pragmático que demonstra os efeitos da proximidade de certa área com relação ao mar, o que permite expressiva regulação térmica entre áreas emersas e oceano, tendo em vista a formação e distribuição constante de massas de ar, que permitem a circulação atmosférica de forma mais contínua e dinâmica, minimizando os impactos de aumento da temperatura média de ar (nas baixas camadas atmosféricas) e solo. Por sua caracterização espacial, o fenômeno da *maritimidade* é restrito às regiões costeiras.



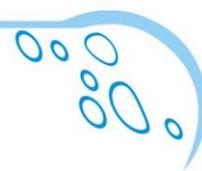
nos últimos 80 (oitenta) anos na Cidade de São Luís, ao menos em termos pluviométricos anuais totais, aspecto este considerado o mais importante nesse tipo de taxonomia climatológica.

O Município de São Luís (*lato sensu*) e a área do empreendimento (*stricto sensu*) sofrem influências climatológicas diretas da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esta, por seu turno, é uma macrorregião atmosférica formada na região próxima ao Equador Geográfico, ou seja, em espaços de baixas latitudes, onde há o encontro dos ventos alísios de Nordeste e de Sudeste. As massas de ar originárias nessa macrorregião são geralmente úmidas e/ou superúmidas e são as principais responsáveis pelas dinâmicas pluviométricas de todo o Norte Maranhense, como também nas AID e All do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

Precipitação Pluviométrica

Conforme afirmado anteriormente, o ritmo de chuvas da Capital Maranhense apresenta as suas maiores concentrações entre janeiro e junho, com picos chuvosos maximizados entre março e abril. Os meses seguintes (maio e junho) apresentam declínio de precipitações até que haja, em julho, a configuração da estiagem, caracterizada por 06 (seis) meses bastante secos, com precipitações mensais que chegam a menos de 5,0 mm.

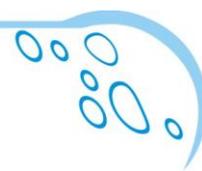
As precipitações médias anuais em São Luís variam de 1.600 mm (mínimo medido até hoje) e 2.400 mm (máximo das medições das séries históricas). Analiticamente, as chuvas são fatores indispensáveis e necessários para a dispersão de poluentes, tendo em vista que, física e quimicamente, produzem a depuração atmosférica, removendo concentrações



diversificadas de impurezas suspensas na Troposfera (camada atmosférica onde todas as atividades humanas de uso e ocupação são desenvolvidas).

Segundo o INMET (2010), a precipitação total anual média de São Luís (e, por conseguinte nas AID e All do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR, no Distrito Industrial de São Luís, localidade Porto Grande) é de cerca de 2.203,10 mm. O Gráfico 1 apresenta a distribuição mensal média das precipitações nesse espaço total no período de 19 anos, ou seja, de 1990 a 2009. Embora esses dados não contemplem uma série histórica completa para o estabelecimento ou recharacterização de tipologia climática, pois deveria abranger as medidas anuais de precipitação de um período de 30 - 35 anos, elas já indicam, segundo Monteiro (2003), a *normal climatológica*² da região de São Luís (MA) e, por conseguinte, da porção espacial Sudoeste da Ilha do Maranhão, nas AID e All do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

² Normal climatológica é um conceito relacionado ao estabelecimento de médio prazo (entre 15 e 25 anos) dos principais ritmos das dinâmicas atmosféricas locais e/ou regionais, a partir de observações dos acumulados médios de precipitação e de temperaturas médias.



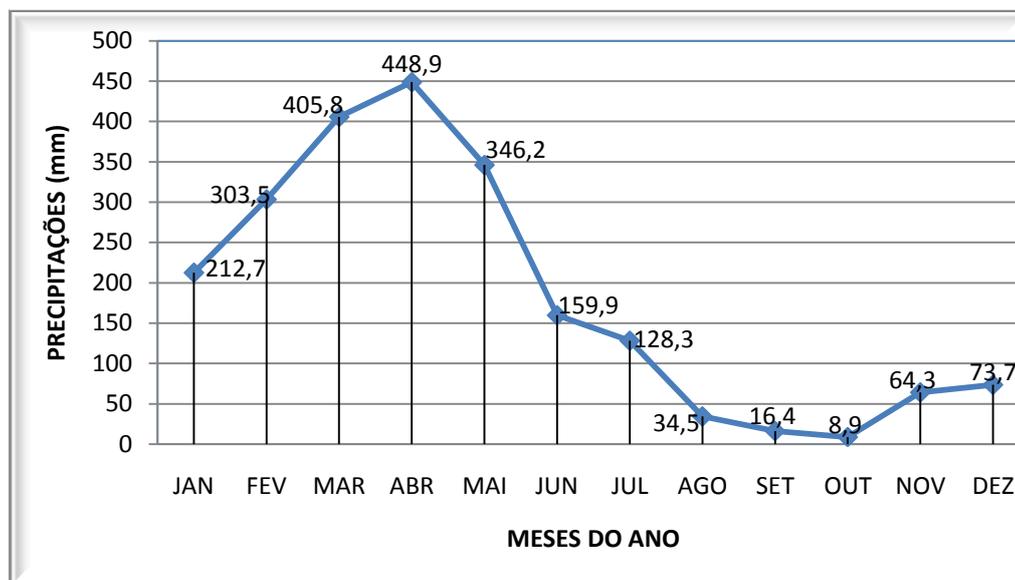
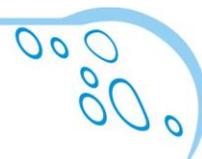


Gráfico 1- Distribuição mensal média das precipitações nesse espaço total no período de 1990 a 2009.

Analisado o gráfico anterior, pode-se observar que a tendência constante de precipitações é para um déficit histórico de médio prazo na distribuição das chuvas na segunda metade do ano. Isso implica, logicamente, no aumento do calor e do efeito de sensação térmica na Capital Maranhense, conforme será retratado em item subsequente.

A concentração das águas pluviais na primeira metade do ano proporciona o reabastecimento dos corpos hídricos superficiais e dos armazenamentos de água subsuperficiais, a partir das áreas de recarga de aquífero (que serão mais bem descritas no item relacionado à Hidrogeologia).

Ainda sobre as dinâmicas das chuvas regionais e locais, elas são orientadas preferencialmente em dois sentidos: chuvas de Nordeste e/ou chuvas de Sudeste. As direções Leste e Nordeste são tipologias direcionais de chuvas mais atuantes, pois como estão condicionadas à ZCIT (conforme já mencionado), e é a dinâmica dessa zona de instabilidades



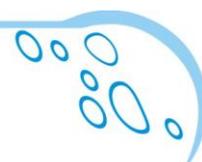
climatológicas que determina, segundo as características meteorológicas instantâneas da área, qual será a sua direção. Como os padrões de ventos podem flutuar numa amplitude direcional de NE a SE, em média 3 ou 4 vezes por minuto no período chuvosos, isso condicionará à afirmativa de que cada chuva tem a sua própria direção e seus próprios condicionantes atmosféricos característicos.

As chuvas de Noroeste, Oeste e Sudoeste, embora raríssimas em São Luís (MA) e nas AID e All do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR, pois acontecem em média uma ou duas vezes a cada 05 anos, geralmente são rápidas e trazem consigo grande possibilidade de alagamentos e fluxos erosivos superficiais, por conseguinte. Portanto, a drenagem do compartimento térreo do empreendimento deve ser muito bem realizada, prevendo essas excepcionalidades meteorológicas.

Temperatura, Umidade e Pressão Atmosférica

Segundo Ayoade (2001), a temperatura, depois da precipitação, é o elemento meteorológico e climatológico mais discutido. A temperatura é definida pelo grau de agitação das moléculas, de modo que quanto mais agitadas elas estiverem, maior será o calor. Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 49), temperatura do ar “[...] é a medida do calor sensível nele armazenado, sendo comumente dada em graus Celsius ou Fahrenheit e medida por termômetros [...]”.

A influência dos ventos alísios de Nordeste e da circulação local contém, em média, 79,4% de umidade relativa do ar, que, associado à grande quantidade de nebulosidade durante o ano todo, faz com que a temperatura em grande parte da Costa Maranhense, bem como do nas AID e All do



Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR, seja minimizada.

Segundo Maranhão (2003), a temperatura média histórica das máximas no período chuvoso para São Luís é de 30°C. Já durante a estiagem, as médias das máximas chegam a 31°C. Isso demonstra certa proximidade entre médias das máximas, o que indica temperaturas elevadas durante todo o ano. Porém, a média anual de temperatura para os últimos 19 anos (1990 a 2009) é de 26,5°C. O gráfico 2 apresenta as médias de temperaturas para esse período.

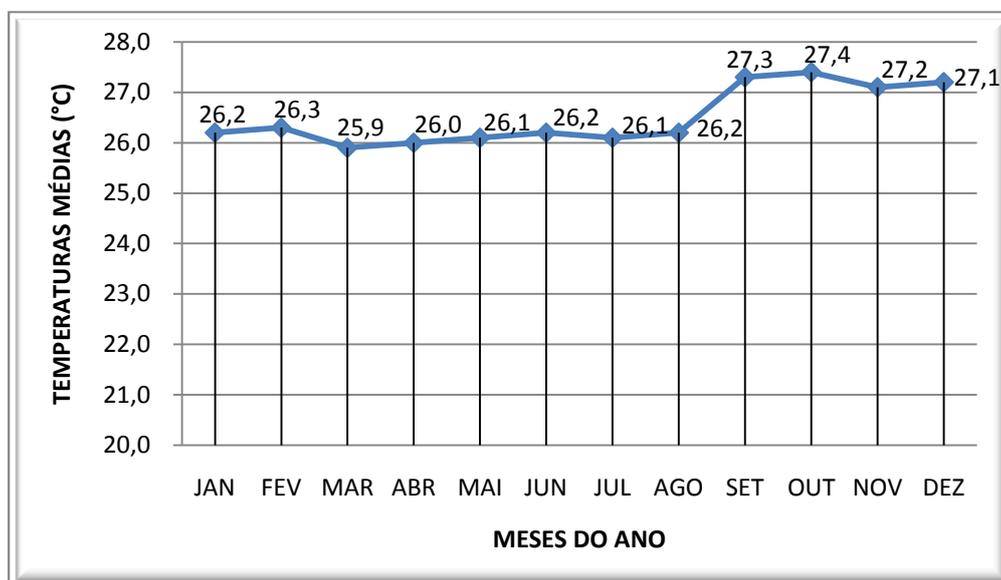
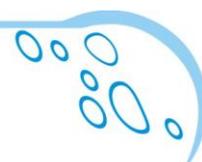


Gráfico 2 - Distribuição mensal média das temperaturas em São Luís (MA) no período de 1990 a 2009. Fonte: INMET (2010).

Comparando estes dois gráficos pode-se inferir logicamente que os meses de maior incidência de altas temperaturas são os mesmos associados às baixas precipitações hídricas.

A variação da temperatura o Sistema Climático Urbano (SCU), segundo Monteiro (2003), acontece pela atuação de um ou mais dos fenômenos espaciais citados a seguir:





- Variações da insolação diária, através da mudança de posição do Sol durante o dia;
- Presença de chuvas ou próximo à ocorrência de precipitações;
- Incidência de ventos sobre a área (para maiores contextualizações locais e regionais, o Gráfico 3 apresenta a Rosa dos Ventos do Aeroporto de São Luís, referência para esse tipo de estudo);
- Presença de atividades humanas, pois quanto maiores espacialmente a distribuição e frequência de intervenções induzidas no meio, maiores serão as temperaturas medidas;
- Proximidade de áreas verdes, como bosques e/ou florestas.

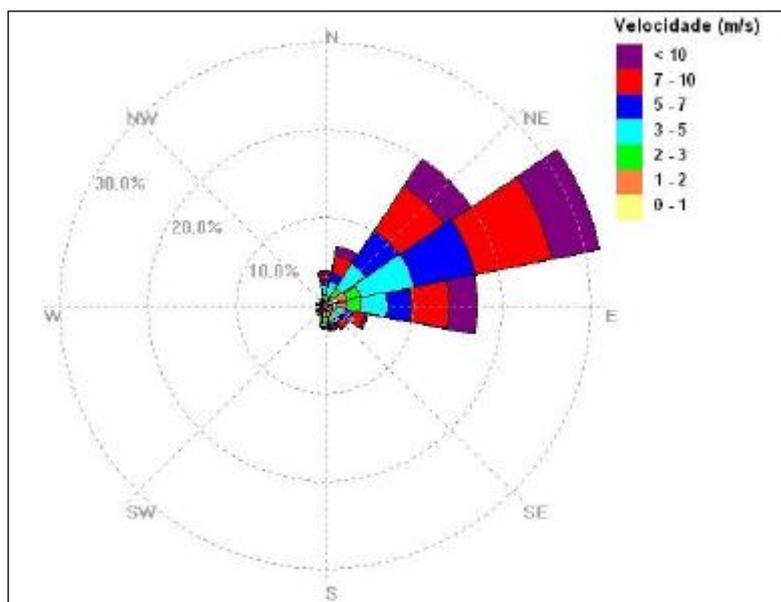
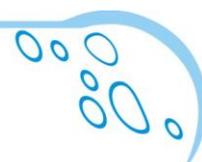


Gráfico 3 - Rosa dos Ventos do Aeroporto Cunha Machado, em São Luís (MA), cujas medidas são a principal referência desse tipo de condicionante meteorológica para a Ilha e, por conseguinte, para as AID e AII do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Fonte: PETROBRÁS (2009).



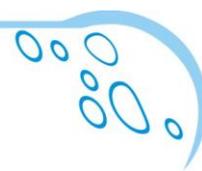
No caso específico da AID do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR, existem importantes reguladores térmicos próximos, quais sejam:

- Proximidade de um corpo hídrico de proporções locais consideráveis, ou seja, a Baía de São Marcos;
- Proximidade de ecossistema de manguezais associados à Baía de São Marcos.

Ambos componentes do espaço total local são responsáveis pela regulação climatológica de temperaturas médias de curto, médio e longos prazos. Os demais micro-corpos hídricos locais e/ou áreas com coberturas de gramíneas e/ou com matas de sucessão ecológica (capoeiras em diversos estágios de regeneração) não possuem força substancial para o controle da dinâmica atmosférica indutora de mudanças para a mitigação dos efeitos das temperaturas atmosféricas locais.

No que tange à umidade atmosférica, o local do empreendimento e o município em que se encontra estão contidos em área com teor elevado de umidade durante todo o ano. A média anual, que é de 81%, é superada continuamente entre os meses de janeiro e junho, quando do desenvolvimento do período chuvoso. O trimestre mais úmido é março, abril e maio, correspondentes aos maiores índices pluviométricos anuais. Os meses mais secos correspondem a setembro, outubro e novembro, os quais são os de menores índices pluviométricos (INMET, 2010).

Ademais, mesmo durante os meses de maior aquecimento e auge da estação seca (segundo semestre), raramente a umidade atmosférica cai para valores inferiores a 50%, enquanto que, durante a estação chuvosa, os valores

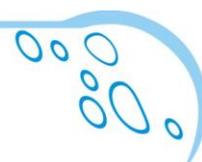


comumente estão acima de 80% (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; INMET, 2010).

No que tange à pressão atmosférica, a normal mensal atmosférica no período de 1971-2004, que correspondem aos dados obtidos mais confiáveis, pois representam uma série climática bem definida, foi de 1.008,3 mb, que é menor que 1atm (igual a 1.013 mb), valor normal e esperado para regiões costeiras bem próximas ao litoral (região à beira-mar), como é o caso do Município de São Luís e das AID e AII do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

Geologia

A área em estudo situa-se na porção sudoeste da Bacia de São Luís onde se expõem rochas sedimentares recobertas por formações superficiais de idade cenozoica principalmente os sedimentos do Grupo Barreiras (ENb) – Figura 8 e Anexo VIII.



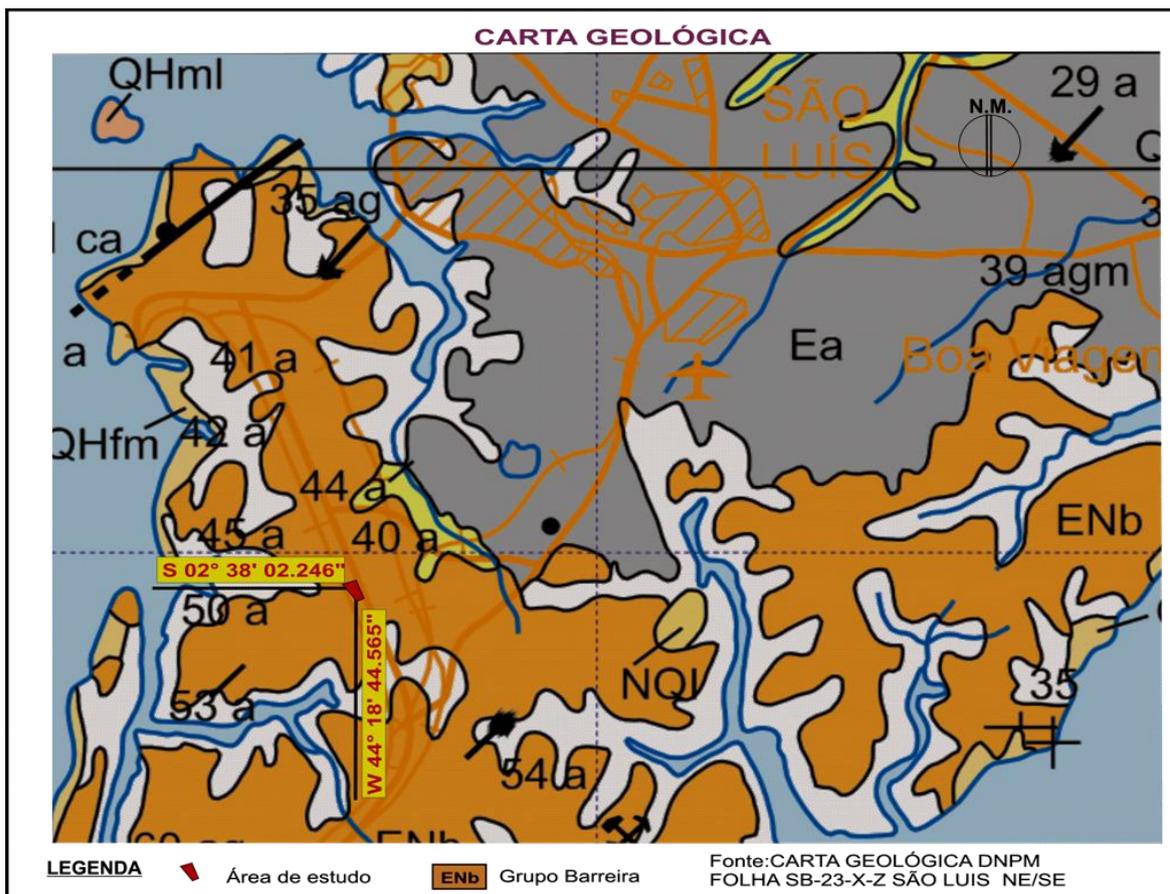
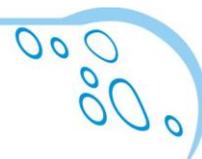


Figura 8 - Mapa Geológico da Área.

Grupo Barreiras (ENb) - São sedimentos continentais que aparecem amplamente distribuídos em toda a área de estudo, constituídos por depósitos areno-argilosos, pouco consolidados, vermelhos, algumas vezes sílticos com intercalação de caulim.

Caracteriza-se por uma estrutura sedimentar maciça de geometria lenticular e originado por processos de tração, envolvendo fluxo de detritos, em contexto de eventos de peneplanização mecânica concentrando o saldo detrítico mais grosso e pesado que estava em trânsito para os talwegues.

O Grupo Barreiras na área pode fácies conglomerática formada por canga laterítica.



1.4.1. **Caracterização Hidrogeológica**

1.4.1.1. ***Aspectos da Hidrogeologia Regional***

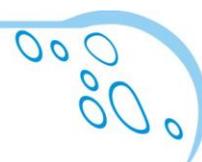
A investigação hidrogeológica consiste na reunião de informações confiáveis que levem à compreensão de como se desenvolve a acumulação e circulação da água no meio subterrâneo. Essa aproximação é denominada modelo conceitual, e engloba uma descrição quantificada de feições que caracterizam o meio físico, onde se destaca o papel da geomorfologia e do arranjo geológico no controle dos fenômenos hidrogeológicos, e as propriedades hidráulicas que governam as condições de recarga e descarga e direção do fluxo subterrâneo.

Nesse contexto a abordagem sobre o arranjo geológico contempla a descrição sucinta das características litológicas das unidades cronoestratigráficas ocorrente no espaço regional da ilha, adicionando a essa informação o paleoambiente provável de deposição, e as formas de relevo presentes no espaço mais restrito da área sob investigação.

O meio ambiente subterrâneo da Ilha de São Luís é característico de deposição sedimentar em ambiente estuarino, com grande variação textural na razão areia/argila contida em seus sedimentos e rochas sedimentares. Estes materiais são distribuídos do Cretáceo ao Holoceno, e são estudados dentro do quadro estratigráfico da Bacia Costeira de São Luís.

A serie estratigráfica descrita entre o Holoceno e o Cretáceo, nessa ordem, pode assim ser sintetizada:

- Em superfície, e principalmente nas depressões topográficas, cordões litorâneos e estuários, se acumularam

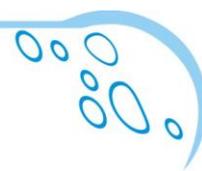


depósitos atuais (Quaternários), de origem fluvio-marinha, constituídos por areias, siltes e argilas;

- Sob esses materiais, ou na condição de aflorantes em superfície, ocorrem rochas sedimentares friáveis, cuja coloração varia do vermelho ao amarelo, ou branco, onde a fração areia fina a média é dominante, mas com significativa presença de silte e argila. Entre as camadas arenosas intercalam-se níveis argilosos e conglomerados lateríticos. Estes depósitos formariam uma espessa planície fluvial costeira, com até 100 metros de espessura, cujo espessamento aumentaria de norte para sul, e de oeste para leste. Essa sequência constitui a Formação Barreiras, datada do Terciário (Paleogeno-Neogeno);

- Sob a sequência terciária, em contato discordante geralmente demarcado por camada de calcário, ou por uma sucessão de camadas argilosas cinza-esverdeada, ocorrem materiais arenosos avermelhados, cuja granulometria é média a grosseira, com matriz argilosa, com predominância de caulinita, e intercalações de siltito argiloso. O acamamento geralmente exhibe boa estratificação plano-paralela. A sequência descrita corresponderia a uma planície aluvionar, na qual as camadas arenosas representariam paleo-canais, enquanto os níveis argilosos e siltosos representariam os planos de inundação.

Conforme se descreve, são esperadas variações litológicas pronunciadas, tanto na vertical como horizontalmente, influenciando na ocorrência de camadas aquíferas múltiplas nessa sequência. A profundidade das camadas arenosas varia entre 70 a 170 metros, com espessuras de 30 a 40 metros. Tais camadas não apresentam, entretanto, homogeneidade vertical, sendo intercaladas com camadas argilosas. Essa sequência caracteriza a Formação Itapecuru, datada do Cretáceo Superior (Cenomaniano).



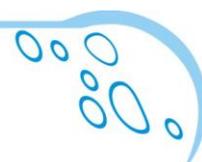
A uma profundidade superior a dos poços tubulares destinados à captação de água subterrânea, sob contato discordante erosivo somente atingido pelos poços estratigráficos construídos pela PETROBRAS no continente, e com apoio de perfilagem geofísica para auxiliar na identificação litológica, jazem arenitos e siltitos com cimentação carbonática, ricos em sulfetos (pirita), e gipsita, atribuídos à Formação Codó, datada do Cretáceo Inferior.

1.4.1.2. ***Relações entre Litologia e Formas de Relevo na Área.***

Com base na análise de perfis de sondagens (poços tubulares de abastecimento de água) e na observação de cortes de estradas e da própria superfície, foram identificados os seguintes tipos litológicos na área do empreendimento: arenitos quartzosos, de granulometria fina a média, com coloração branca, acinzentado e róseo; arenitos maciços, argilosos, de coloração róseo-avermelhada; nódulos e blocos de concreções ferruginosas; areias quartzosas inconsolidadas.

Da superfície até a profundidade de 50 metros, em média, tem-se o predomínio de arenitos quartzosos, inconsolidados, com matriz argilosa incipiente, constituindo a fácies areno-argilosa do Terciário. Estes materiais constituem o corpo das colinas da região, resultantes de processos erosivos que fracionaram o grande tabuleiro costeiro ao longo do tempo. Os planos e rampas, onde se localizam zonas úmidas e inúmeras nascentes são aluviões arenosos, de onde provém a areia intensamente explorada na região.

As formas de relevo em escala local são vertentes (encostas), colinas de topo suavemente ondulado, vales



estreitos e rasos, talvegues e planos fluvio-marinho (mangues), estes presentes ao longo do curso dos igarapés.

O relevo exhibe formas mais destacadas a noroeste da área alvo deste estudo, ocorrendo colinas de encostas mediantemente íngremes, e topo suavemente ondulados, constituídas por arenito capeado por laterita, cujas vertentes tem um perfil convexo para o interior das microbacias dos riachos Pindoba, Arapapai e Buenos Aires, indicando tendência à distribuição de águas pluviais.

Os divisores das microbacias dos igarapés Arapapai e Pindoba, a noroeste da área alvo deste estudo, e Igarapé dos Cachorros a sudoeste da área, são colinas esculpidas nos arenitos cujo topo é protegido por níveis lateríticos, o que determina declividades entre 13 a 37% (ou 7 a 18°), portanto declividade média a forte (GUERRA e CUNHA, 1996), quando ainda isentas de intervenções mecanizadas nas encostas.

As encostas visíveis ao longo da estrada de Porto Grande apresentam-se descaracterizadas de seu formato original, em razão das atividades de mineração de areia. Onde está ocorrendo extração de areia, as encostas têm um perfil praticamente vertical (Foto 1).

Em toda a zona as cotas são muito próximas, situam-se preferencialmente entre 10 e 40 metros, traduzindo as variações de relevo, que ocorrem bruscamente. As costas com valor inferior a 10 metros indicam o domínio das reentrâncias, que são “baixadas” inundáveis pelas marés, preenchidas por areias e lamas de mangue, típicas do limite oeste da área.

O espaço entre as colinas apresenta relevo brando que varia de suavemente ondulado a plano, constituindo uma rampa inclinada para o sul. Essa superfície tipo rampa, entretanto, ainda apresenta ressaltos topográficos, como pode ser visto aos



fundos da Usina de Asfalto, na localidade do Taim, e à retaguarda do povoado Porto Grande.

A rampa indica que a erosão suprimiu as camadas iniciais de arenito com laterita, e apresenta um perfil quase côncavo, favorecedor da coleta de águas pluviais. Ao longo da calha do rio dos Cachorros se desenvolvem planos inundáveis.

A combinação da declividade com a natureza dos solos locais (Argissolos e Neossolos arenoquartzosos) induz fragilidade média ao relevo, em termos de sensibilidade à erosão, que culminará, em caso de operações de cortes e desmonte das elevações, na remoção e lixiviação (lama vermelha) do solo exposto, causando o assoreamento de mangues, reentrâncias e zonas úmidas.

O empreendimento ora proposto ocupará a superfície do topo naturalmente aplainado de uma colina componente do sistema divisor do Igarapé dos Cachorros, distante 3.760 metros do ponto mais próximo do canal do igarapé. A encosta da face leste, em contato com a BR-135, exibe declividade baixa, gradando quase imperceptivelmente para o topo, o mesmo ocorrendo ao norte e a sul. A encosta oeste, em contato com a ferrovia Carajás, exibe forte declividade, aparentemente influenciada pelas obras de instalação da própria ferrovia.

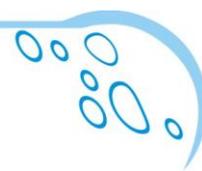


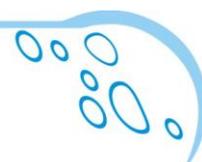


Foto 1- Colina constituída por arenito róseo friável, sob capeamento areno-argiloso-laterítico (Fm. Barreiras). Estrada Porto Grande.

1.4.1.3. *Aspectos Gerais da Hidrogeologia de São Luís*

Na Ilha de São Luís são reconhecidas duas unidades hidroestratigráficas; um sistema aquífero semiconfinado relacionado aos sedimentos do Cretáceo atribuídos à Formação Itapecuru, e um sistema aquífero livre, constituído pelos níveis arenosos dos sedimentos do Terciário atribuídos à Formação Barreiras.

O aquífero Itapecuru é considerado como um aquífero confinado na região (LEAL 1977 apud RODRIGUES et al., 1994). Entretanto, a camada confinante superior tem uma sequência cíclica de níveis de composição variável de argila e areia, permitindo a realimentação do aquífero a partir da infiltração das águas pluviais, caracterizando-o como semiconfinado. O nível de variação média de rebaixamento do nível das águas é da ordem de 9 m, em condições litológicas típicas de camadas aquíferas, com vazão específica média de 2,94 m³/h/m, verificando-se um



valor máximo de 21,5 m³/h/m e mínimo de 1,4 m³/h/m (RODRIGUES et al., 1994).

O aquífero livre Barreiras se caracteriza por uma camada permeável de arenito quartzoso, friável, parcialmente saturada de água, limitada na base por uma camada semipermeável de siltito ou argilito (REBOUÇAS, 1972).

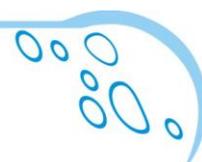
A disposição espacial das fácies litológicas com variações na razão areia/argila, tanto no sentido horizontal como vertical, reflete a complexidade do comportamento hidrodinâmicos dos sistemas aquíferos.

O aquífero livre Barreiras tem uma espessura variável de 15 a 50 metros, constituído por arenitos cuja granulometria varia de fina a média, com intercalações de silte e argila. Os níveis arenosos não são espessos, implicando no rápido trânsito das águas subterrâneas, que logo infiltram para o aquífero semi-confinado ou surgem em áreas de descarga ao longo das encostas, nos grotões da região (COSTA, 2003).

Dentre as propriedades físicas das camadas sedimentares, serão abordadas aquelas que explicam o fluxo de água e de outros fluidos, bem como, a habilidade dessas camadas em armazenar água através do meio sedimentar poroso.

A condutividade hidráulica é o coeficiente que expressa a facilidade com que um fluido é transportado através de um meio poroso, sendo dependente das propriedades do meio e do fluido, Libardi (1995). É um dos mais importantes parâmetros hidráulicos, e depende da natureza do meio e da densidade e viscosidade do fluido, sob determinadas condições de temperatura e pressão.

Essa propriedade hidráulica varia com a granulometria do material; nos solos arenosos varia de 10⁻² a 10⁻³ cm/seg., e nos



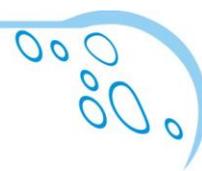
argilosos de 10^{-4} a 10^{-7} cm/seg. A condutividade hidráulica, ou permeabilidade, é expressa em unidades de velocidade, com a massa líquida deslocando-se entre 4,95 a 8,64 metros por dia, no interior da sequência sedimentar da Formação Barreiras, particularmente na sub-bacia do Rio Paciência, e na região de Vila Maranhão, de acordo com testes de bombeamento de poços tubulares.

A porosidade do material ou índice de vazios, afeta diretamente a condutividade, principalmente o tamanho dos poros. Os materiais arenosos apresentam maiores valores de K do que os de granulometria fina, em condições de saturação com água.

A porosidade média da sequência Terciária e Quaternária é de 21%, com máximo de 30%, entendendo-se que estes percentuais representam o volume de água e ar existente entre os interstícios dos grãos dos sedimentos constituintes do pacote sedimentar.

Em termos de capacidade de infiltração de águas pluviais nessa sequência, descontando-se as perdas com o imediato escoamento superficial nas superfícies compactadas (urbanização), e com a evapotranspiração, estima-se em cálculo bem conservador, que entre 14 a 25% da pluviosidade anual (2.000 mm) seja armazenado nas áreas de recarga de aquíferos da Ilha de São Luís, com base na descarga média do período de estiagem, obtida em teste de vazão no Rio Paciência (ACQUAPLAN, 1972).

Conforme o mapa piezométrico elaborado por Rubio e outros (2001) as direções preferenciais de fluxo de águas subterrâneas, relacionadas com a área deste estudo, partem dos altos de Tanandiba e Rio Grande (entorno sul de Maracanã), dirigindo-se para oeste-sudoeste. A declividade (gradiente) da



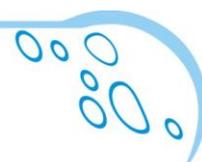
superfície piezométrica é suave, com um valor igual a $4,77 \cdot 10^3$. (Figura 9 a Anexo IX).

Estes fluxos são incrementados pela infiltração ocorrente nas colinas que margeiam a costa oeste da ilha, considerando seu destaque topográfico e sua superfície areno-laterítica, onde se desenvolvem micro e macroporos, resultado da razão areia/laterita, o que permite boa infiltração de água pluvial.

A partir dessas colinas mais próximas da costa, partem várias drenagens naturais, rasas e temporárias, que se conectam com os pequenos cursos d'água dos igarapés como Arapapai, Buenos Aires, Pindoba e Cachorros, contribuintes da bacia oceânica. A sazonalidade do fluxo nessas drenagens se deve ao acúmulo de água pluvial, em camadas aquíferas com espessura e extensão limitadas, de baixa profundidade, portanto sem conexão com a superfície piezométrica mais profunda.



Figura 9 - Mapa topográfico/potenciométrico. Ver sentido do fluxo.



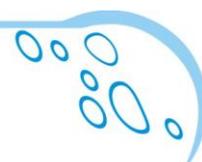
A convergência dos fluxos subterrâneos, no subsolo do bairro Maracanã até Vila Maranhão, determina na área a ocorrência de nível freático raso, sendo frequentes os alagadiços ocupados por vegetação tipo juçareiras e buritizeiros, formando-se também as correntes de diversos riachos (Foto 2).



Foto 2 - Vista parcial das áreas úmidas da região.

Em termos geoquímicos, tem-se no ambiente rocha/água alta concentração de CO_2 e O_2 , devido à grande interação deste ambiente com a atmosfera, o que acentua os processos biogeoquímicos. A estagnação das águas subterrâneas no meio poroso da região de Maracanã e Vila Maranhão, confere a esta altos teores de sólidos dissolvidos, chamando a atenção o alto teor em ferro.

A textura arenosa dos solos determina baixa capacidade de troca de cátions, reduzindo-lhes a capacidade de adsorção de compostos orgânicos, deixando a superfície e subsuperfície local susceptível aos riscos derivados da acumulação de subprodutos como alcatrão, óleos e resíduos químicos, além da



baixa capacidade desses solos de neutralização da chuva ácida, que induz a mobilização de poluentes para o meio poroso.

Ainda em relação à mobilidade dos contaminantes orgânicos acima citados, juntamente com outros contaminantes inorgânicos inerentes à atividade industrial, a atenuação natural da possível migração de poluentes encontrará na *caulinita* seu principal agente.

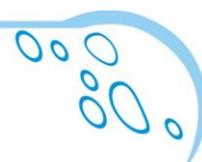
Este argilo-mineral, entretanto, tem baixíssima capacidade de retenção de contaminantes, não sendo segura sua utilização na impermeabilização de aterros industriais, pois a confiabilidade destes não pode ficar restrita à proteção dada pelo fundo artificial de PVC ou outro geotêxtil, com vida útil de utilização finita, necessitando de um embasamento argiloso mais expansivo, que atenda às necessidades de impermeabilização do solo imediatamente sob o geotêxtil.

1.4.1.4. *Características Hidrogeológicas Locais*

Os parâmetros hidrodinâmicos obtidos na área do levantamento indicam que a ocorrência de água subterrânea está condicionada a um aquífero semi-confinado, confirmado pelo coeficiente de armazenamento (S) de $1,5 \cdot 10^{-4}$. A Transmissividade (T) tem um valor de $190 \text{ m}^2/\text{dia}$, um valor que indica potencial médio para atender demandas industriais, com até oito (08) horas diárias de bombeamento.

A condutividade hidráulica, inferida a partir de dados regionais, tem o valor de $3,88 \text{ m}/\text{dia}$ ($4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}/\text{s}$), portanto condicionada a influência de meio poroso constituído por arenitos com granulometria fina.

A estratificação dos materiais geológicos no local, obtida por correlação altimétrica com o poço tubular situado no



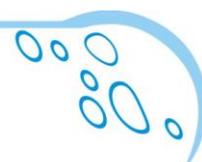
Conjunto Residencial Jatobá, na Vila Maranhão, a menos de dois (02) Km da área alvo deste estudo, é demonstrada no quadro abaixo.

Quadro 1 - estratificação dos materiais geológicos.

Profundidade (m)	Unidade Geológica	Litologia
0-13	Formação Barreiras	Arenito médio, friável, róseo.
13-37		Arenito médio, argiloso, róseo.
37-57	Formação Itapecuru	Arenito fino, siltoso, esverdeado.
57-64		Arenito argiloso, esverdeado.
64-71		Siltito areno-argiloso, esverdeado.
71-77		Arenito fino, siltoso, esverdeado.
77-88		Siltito argiloso, esverdeado.
88-94		Arenito fino, siltoso, esverdeado.
94-106		Argilito esverdeado; folhelho cinza.
106-110		Siltito argiloso, esverdeado.
110-121		Siltito arenoso, cinza.
121-126		Arenito fino, argiloso, cinza.
126-131		Arenito fino, siltoso; folhelho esverdeado.
131-143		Arenito fino a médio, cinza.
143-148		Argilito arroxeadado, calcífero.

A captação de água subterrânea no local deste empreendimento, considerando a correlação com os poços tubulares localizados na Vila Maranhão, poderá ser obtida através de um poço com profundidade em torno de 140,0 metros, no qual o nível estático deverá situar-se próximo de 32,0 metros, com rebaixamento previsto de 13,0 metros, associado à vazão de teste de 12,0 metros cúbicos/hora, durante oito (08) horas de operação diária.

A recarga do sistema aquífero é realizada pelas precipitações pluviais. Na inferição de um balanço hídrico simplificado, estritamente para o local do empreendimento,



adotaremos os valores anuais médios de pluviometria ($P=2.122$ mm) e evapotranspiração ($ET=1.729$ mm).

Estabelecendo as relações de entrada e saída de água no sistema, unicamente através de P e de ET , resulta que a recarga potencial (R) seria de 393 mm. Atribuindo como área de infiltração máxima somente o topo plano da elevação a ser parcialmente ocupada pelo empreendimento, entre as cotas de $40,0$ e $45,0$ metros, e considerando o intervalo de cotas inferior a $40,0$ como zona de declive que favorece o runoff, a infiltração ocorreria então em uma área (A) de 110.473 m².

Considerando que a superfície local é constituída por arenito médio, friável, que se decompõe formando delgada camada de solo quartzoso, atribui-se para esse material a porosidade efetiva igual a $0,1$.

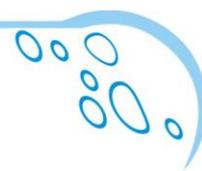
A taxa de recarga efetiva (RE) é obtida através da relação matemática entre (R), (A) e porosidade efetiva:

$$RE = R.A.0,1 = 0,393 \text{ m/ano} \times 110.473 \text{ m}^2 \times 0,1 = 4.341,59\text{m}^3/\text{ano}.$$

Distribuindo-se este volume sobre a área de infiltração máxima resultaria em uma lamina igual a $0,0393$ m, ou $39,3$ mm/ano, o que corresponderia a 10% da recarga potencial, com o restante sendo consumido pela evaporação e pelo runoff.

O conjunto das qualidades naturais da área de estudo, formas de relevo, solos e cobertura vegetal, confere à área importância relativa no desenvolvimento e equilíbrio do ciclo hidrológico local, e nos processos ecológicos do ambiente costeiro.

O relevo colinoso, com amplitude de cotas de até 45 m acima do nível do mar, com topo côncavo e tabular, dotado de cobertura arenosa, protegido por vegetação, é responsável pela acumulação de águas pluviais nos poros do corpo sedimentar



(20 a 30% do volume do meio sedimentar local é composto por poros preenchidos por ar e água), Leal (1972);

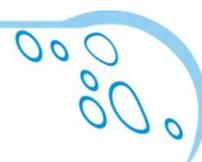
O armazenamento gera uma superfície piezométrica (nível superior das águas subterrâneas), com carga hidráulica (coluna de água doce saturando o meio sedimentar) de 3 metros acima do nível do mar.

A inclinação da superfície freática é divergente para oeste, no sentido da costa, e para sudeste, sentido da microbacia hidrográfica do Igarapé Rio dos Cachorros, com gradiente suave proporcionando um escoamento lento das águas subterrâneas, o que explica a baixa velocidade do fluxo de base dos igarapés da região.

A análise da composição química da água subterrânea, sem mineralização anômala e com alto teor de oxigênio dissolvido, além da potabilidade, indica que as águas não têm tempo de residência prolongada no meio sedimentar, confirmando a condição de zona de recarga da área com restituição ao meio exterior através de sistemas de fluxo locais, ou, no máximo fluxos intermediários, o que é visível diante do relevo da área, com elevações e vales contíguos.

As condições qualitativas da água subterrânea, bem como a velocidade média de percolação de 0,778 m/dia das águas infiltrantes, indicam alta permeabilidade do solo, também causada por macroporos presentes nos níveis lateríticos imediatamente sob a cobertura arenosa.

As colinas presentes na região, portanto, exercem papel fundamental na manutenção do equilíbrio hidrostático, ao garantir a existência de carga hidráulica de água doce suficiente, servindo como anteparo contra o avanço da cunha salina. Deve-se destacar que poucas centenas de metros a



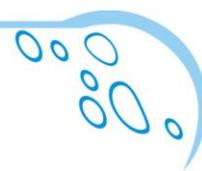
oeste, a superfície freática encontra-se sob o nível do mar, atestando o risco potencial enfatizado.

A análise química da água subterrânea registra a presença de cátions como cálcio e magnésio, e de ânions como cloretos e sulfatos. A razão iônica entre cálcio e magnésio (rMg^{2+}/rCa^{2+}), tem o valor de 0,88, portanto dentro do intervalo de águas continentais doces (CUSTÓDIO; LAMAS, 1983). A presença do magnésio pode ocorrer em razão da cimentação dos grãos de areia por material carbonático, nas camadas mais próximas do contato com a Formação Itapecuru.

1.4.2. **Caracterização dos solos**

O solo é considerado um dos principais componentes da biosfera, sendo integrado a outros sistemas/elementos ambientais, promovendo o desenvolvimento da biodiversidade das áreas emersas. Em suas porções elementares, os solos são constituídos por misturas de argilas, calcário, areia, matéria orgânica, água, ar e micro-organismos (GUERRA; GUERRA, 2003). Isso permite com que a camada de sedimentos, aliados à baixa amplitude topográfica local, forneça nutrientes mínimos, capazes de abrigar um estrato ralo e homogêneo de vegetação secundária.

A formação dos diversos tipos de solo, conforme se pode inferir na Figura 10, depende da natureza da rocha, do relevo, do tempo de formação e da ação dos organismos vivos. No local do Empreendimento (AID da Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR) é encontrado apenas o Latossolo Textura Média. Segundo Palmieri e Larach (2000), a classe dos Latossolos Texturais Médios varia de sedimentos de areia fina a argilas, em grande quantidade, e a drenagem varia de acentuadamente a moderadamente drenada.

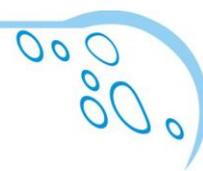


São caracterizados como solos de muito baixa fertilidade natural, fortemente ácidos e elevados teores de alumínio trocável. Não apresentam grandes estoques de nutrientes em suas composições, embora, dada aos altos indicativos de intemperização em profundidade (intemperismo físico por hidratação) sejam o substrato natural para a instalação de coberturas vegetais densas, como florestas, *stricto sensu* na AID do Empreendimento, outrora existentes. A Foto 3 e Foto 4 demonstram as principais configurações e disposições espaciais dos Latossolos Texturais Médios na AID do local de intervenção.



Foto 3- Cortes em áreas de adaptação de morfologia tabuliforme para a instalação de ramal da Ferrovia Carajás - São Luís, no espaço limítrofe, a Oeste, do terreno do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Fonte: Registros da Pesquisa (2011).

Observa-se a alteração da paisagem, em função de processo e sucessão ecológica em curso, com presença de



capoeira rala a cobrir patamares pedológicos de Latossolos Texturais Médios.

Ademais, observa-se que, logo no Horizonte “A” dos Latossolos Texturais Médios da AID do Empreendimento, além de uma certa quantidade de matéria orgânica, composta principalmente por raízes de gramíneas e pequenos arbustos, encontram-se dispostas horizontalmente camadas de lateritas até a profundidade de 1,30m, passando do Horizonte “A” ao “B”, conforme pode ser visto na Foto 4. A partir desse *pédon*, aparecem os horizontes convencionais dessa tipologia de solo com as propriedades de alterações sucessivas das camadas sedimentares, transformando-as em estrato pedológico (contato rocha matriz - solo).

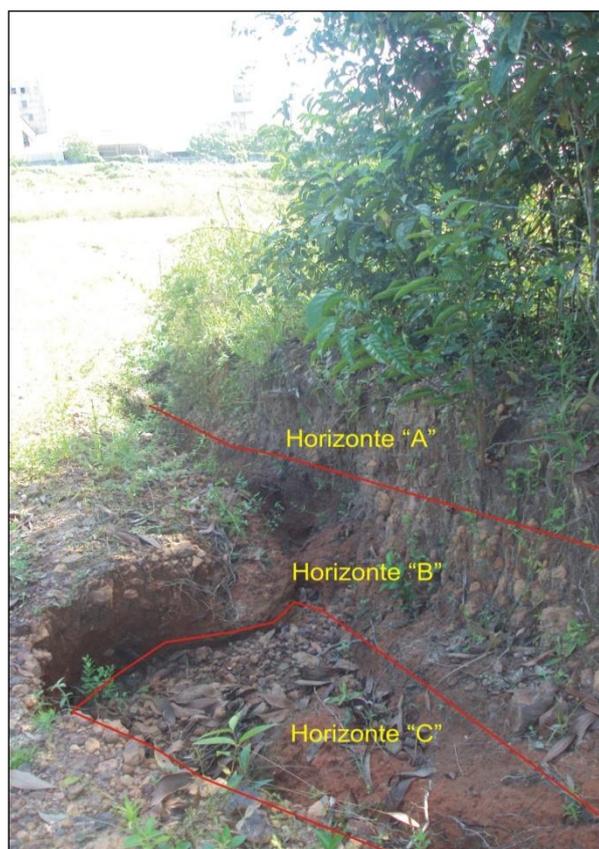
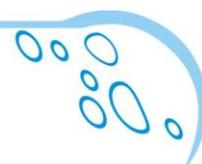


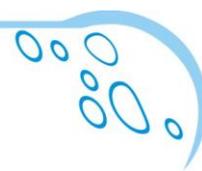
Foto 4 - Horizontes de Latossolos Texturais Médios na AID do Empreendimento. Fonte: Registros da Pesquisa (2011).

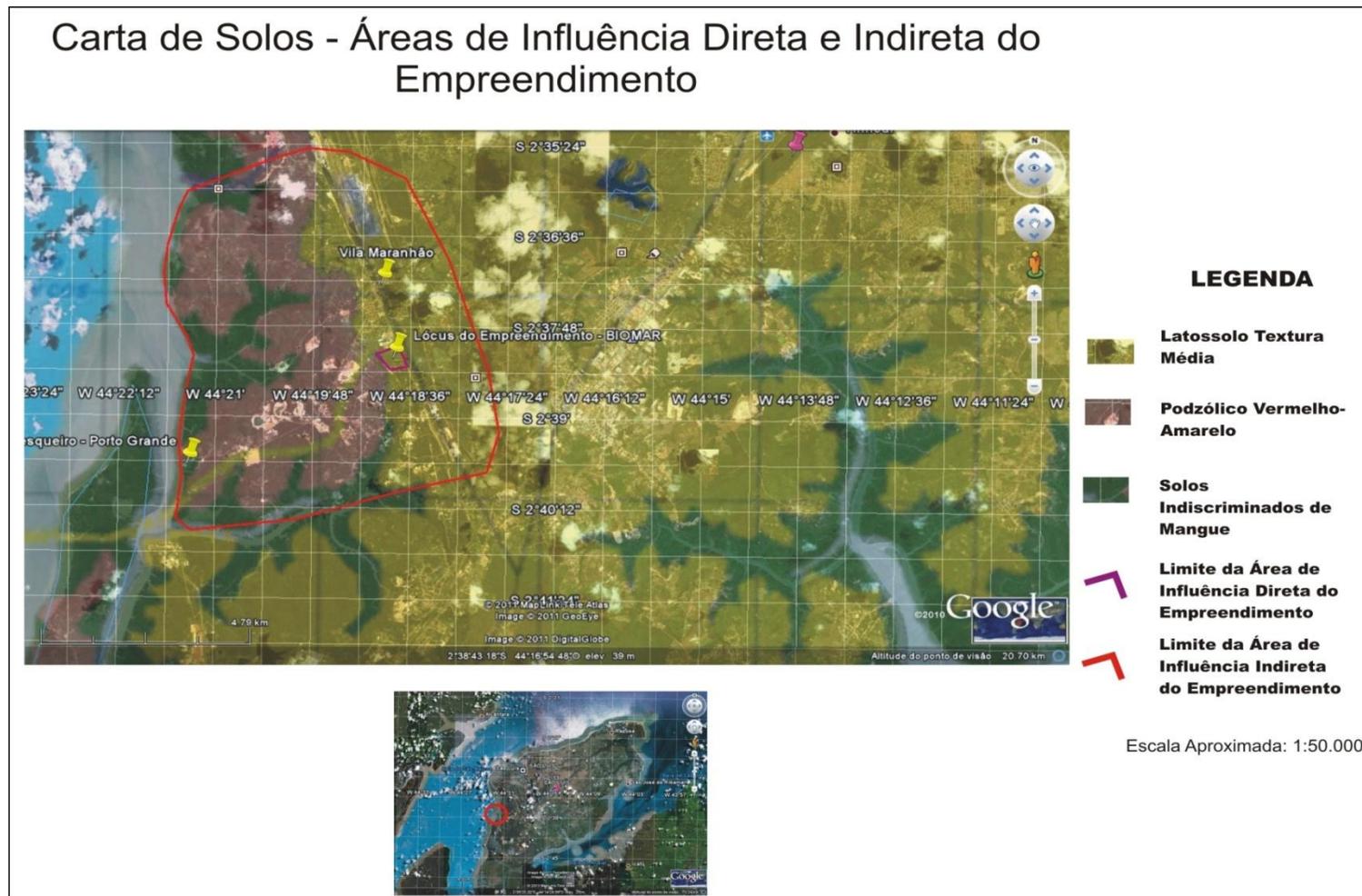


Assim sendo, as principais características dos Latossolos Texturais Médios na AID e All do Empreendimento são baseados em EMBRAPA (2006), as que seguem:

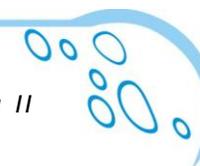
- a) Solos em avançado estágio de intemperização, com indicativo de médias profundidades (até 6-8 metros na AID do Empreendimento);
- b) Capacidade baixa de troca de cátions da fração argila;
- c) Apresentam alta capacidade de drenagem;
- d) São solos que apresentam acidez, com baixa saturação por bases e são caracterizados como distróficos.

No que tange à All do Empreendimento, segundo Mapa de Solos da Ilha do Maranhão elaborado por Diferencial (2008), há extensa presença de dois tipos distintos de solos: a) o Podzólico Vermelho-Amarelo; e b) Solos Indiscriminados de Mangue. A distribuição espacial de tais conjuntos pedológicos está na Figura 10 e Anexo X.





**Figura 10 - Carta de solos das AID e AII do Empreendimento - Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.
Fonte: Adaptado de Diferencial (2008) e Google Earth (2009).**

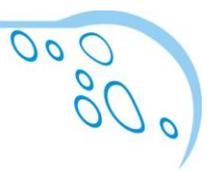


O solo do tipo Podzólico Vermelo-Amarelo, ou *Argissolo Vermelho-Amarelo* compreendem solos minerais com sequência de horizontes A, (E), B e C, com horizonte B textural de argila de atividade baixa, não hidromórficos e moderadamente drenados (EMBRAPA, 2006). A textura é média a argilosa, normalmente com incremento no teor de argila em profundidade, relação textural A/B expressiva. São de profundidade e drenagem interna variável, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas e acinzentadas. São forte a moderadamente ácidos, predominando perfis caulíníticos.

Já os Solos Indiscriminados de Mangue, são considerados solos com grande quantidade de materiais gleizados e sem diferenciação de horizontes, com alto conteúdo em sais e compostos de enxofre, provenientes da água do mar. Distribuem-se em áreas sedimentares pantanosas e alagadas (paludais), sujeitas a influências permanentes das marés. Tais terrenos são constituídos por vasas bastante recentes (PALMIERI; LARACH, 2000, p. 115).

1.4.3. **Caracterização de declividade; potencial de recarga e uso e cobertura da terra zoneamento da região**

O perfil longitudinal das vertentes é praticamente retilíneo, ou seja, com ângulos de declividade praticamente constantes, salvo em alguns locais, onde o terço superior das encostas tem seu topo demarcado pela presença de níveis lateríticos mais concentrados, com ruptura positiva de declive, permitindo o reconhecimento de perfil côncavo de curta extensão, na parte superior das encostas.



O conjunto das formas de relevo presentes na área alvo deste levantamento e em seu entorno imediato, associa vales rasos e largos com vertentes suaves de colinas baixas, com declividade branda variando entre 3 a 8%, quebrando a monotonia da superfície de rampa com declividade regional inferior a 5%, caindo para sul e oeste.

De modo geral, as vertentes são também coletoras de águas pluviais, incrementando o potencial de recarga de águas subterrâneas exercido pela ampla superfície regional em rampa, refletindo a combinação dos parâmetros descritos associados à declividade das formas de relevo, com a natureza da litologia dos seus materiais geológicos constituintes. A taxa de recarga potencial é estimada em 18% do total da pluviometria anual, conforme comentado no item da hidrogeologia.

Este potencial de recarga é também favorecido pelo baixo índice de urbanização da região, que é parte do Distrito Industrial de São Luís-DISAL, cuja característica de uso e ocupação do solo é marcada pela presença de edificações esparsas e vias de acesso de curta extensão, no interior dos lotes industriais já ocupados.

1.4.4. Localização do Empreendimento em relação às Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UC's) são definidas, segundo a Lei 9.985/2000, Art.2º, alínea I, como:

[...] espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as áreas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção [...] (BRASIL, 2000).



Das UC's municipais, estaduais e federais existentes na Ilha do Maranhão, o Parque Estadual do Bacanga (aproximadamente a 5,0 km) e Área de Proteção Ambiental - APA da Região do Maracanã (aproximadamente a 2,0 km), pode-se observar na Figura 11 que essas áreas são as que mais se aproximam do Empreendimento ora discutido. A primeira área citada faz parte do grupo de UC's de Proteção Integral e a segunda, de Uso Sustentável.

A proteção da biodiversidade do Parque Estadual do Bacanga é um desafio permanente, principalmente pela alto grau de controle humano dos espaços de entorno imediato dessa UC, bem como as pressões existentes relacionadas ao uso irregular de terras dentro de seus domínios e pela caça ilegal desenvolvida em seu perímetro interno.

O Parque Estadual do Bacanga foi criado pelo Decreto Estadual N°. 7.545, de 07 de março de 1980 (MARANHÃO, 1980), considerando os ecossistemas naturais existentes na porção Oeste do município de São Luís, bem como a necessidade iminente de preservar os seus elementos ambientais. Com área original de 3.075 hectares, teve em 10 de abril de 1984, pelo Decreto Estadual 9.550 (MARANHÃO, 1984), sua área diminuída em 436 hectares, haja vista os intensos processos de ocupações desordenadas em seus limites externos. Hoje sua área total permanece em 2.636 hectares.

Os principais conflitos ambientais pelos quais passa o Parque Estadual do Bacanga são: na superposição de usos existentes em seus domínios espaciais, em que pesem as ocupações desordenadas (pressionadas pelo incremento demográfico pelo qual vem passando a Capital Maranhense); a caça de pequenos animais desenvolvida pela população de



entorno; a exploração de recursos minerais; abertura de vários ramais; assoreamento de corpos hídricos (como o Açude Batatã e do sistema Rio da Prata e principais tributários); policiamento ambiental com baixo efetivo para fiscalização e ausência de recursos financeiros para desapropriações de terras (SILVA, 2006).

Essa UC, o Parque Estadual do Bacanga, apresenta em seu conjunto de ecossistemas, fragmentos extensos (comparados ao *corpus* espacial do Golfão Maranhense) de zonas primitivas, ou seja, de áreas tipicamente dominadas pelas florestas amazônicas pré-extendidas (DIAS; NOGUEIRA JÚNIOR, 2005). Entre 2007 e 2009, seu Plano de Manejo passou por consideráveis revisões, objetivando a implementação do mesmo a curto prazo, algo que ainda não foi executado pelo órgão ambiental gestor, no caso a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA-MA). A delimitação do Parque Estadual do Bacanga está presente na Figura 11.

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Região de Maracanã, criada em 01º de outubro de 1991 pelo Decreto Nº. 12.103 (MARANHÃO, 1991a), funciona como *zona de amortecimento*³ do Parque Estadual do Bacanga. Entretanto, pela grande superposição de usos pelos quais passam seus domínios (1.831 hectares), atestada pela especulação de espaços para a expansão do Distrito Industrial de São Luís, bem como pela ocupação desordenada e pela utilização expressiva de elementos naturais (como areias, argilas - barro, concreções ferruginosas (pedras) e cascalhos pela

³ Segundo a Lei Federal 9.985/2.000 (BRASIL, 2000), em seu Art. 2º, XVIII, entende-se por zona de amortecimento “[...] o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade [...]”.



construção civil), concorrem para uma fragilidade da disposição de seus elementos ecológicos e naturais.

Essa UC é a mais carente de acompanhamento da Ilha, o que traz a necessidade iminente de implementação de atividades para a melhoria desse território, que repercutirá positivamente nas condições ambientais locais e regionais (SILVA, 2006). Essa UC é dotada de vasta rede de drenagem que alimenta os principais tributários do Rio Bacanga e que, pelo incremento das áreas de ocupação, têm seus canais de primeira ordem, ou seja, aqueles dotados de nascentes, passando por fase de supressão, seja por assoreamento, seja por aterros descontrolados e, por conseguinte, ilegais.

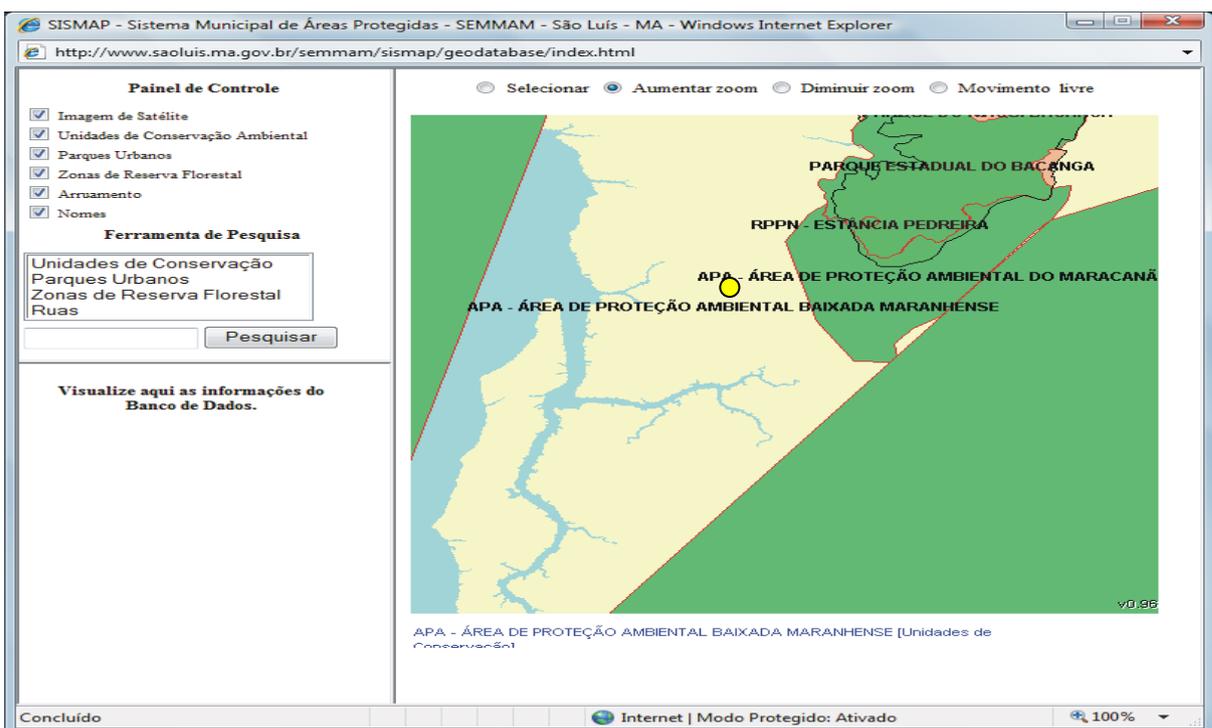


Figura 11 - Delimitação do Parque Estadual do Bacanga e da APA da Região do Maracanã, em relação ao Empreendimento – Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. O ponto em amarelo representa o local de intervenções. Fonte: Adaptado de SISMAP (2011).

1.4.5. Localização da área em relação ao mapa de bacias hidrográficas



A Ilha do Maranhão, segundo Santos (2008 *apud* DIFERENCIAL, 2008) possui um total de 46 bacias microbacias hidrográficas, dispostas dentro de um mosaico de 12 bacias/regiões hidrográficas. Essa caracterização permite compreender a orientação dos fluxos de superfície e planejar o uso e ocupação adequados para cada tipo de iniciativa/empreendimento. Contudo, para fins da presente pesquisa, pela objetividade da classificação em 12 bacias ou regiões hidrográficas, optou-se por essa taxonomia de paisagens em função da distribuição de recursos hídricos de superfície.

Assim sendo, são consideradas as seguintes bacias ou regiões hidrográficas para a Ilha do Maranhão:

- 1) Bacia do Anil;
- 2) Bacia do Bacanga;
- 3) Bacia dos Cachorros;
- 4) Bacia da Estiva;
- 5) Bacia de Guarapiranga;
- 6) Bacia de Inhaúma;
- 7) Bacia do Itaqui;
- 8) Bacia do Jeniparana;
- 9) Bacia do Paciência;
- 10) Bacia das Praias;
- 11) Bacia do Santo Antonio;
- 12) Bacia do Tibiri.

A AID está totalmente inserida na Bacia do Rio dos Cachorros, localizada próxima aos patamares divisores das Bacias do Rio dos Cachorros, do Itaqui e do Rio Bacanga. Destarte, a All do Empreendimento está situada nas três bacias citadas (Bacia do Rio dos Cachorros, a jusante, a Sul e Sudoeste; Bacia do Itaqui, a Norte; e Bacia do Bacanga, a Norte-Nordeste).



A Figura 12 a Anexo XI demonstra a situação e localização das AID e AII da Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR em função da malha hídrica de superfície, o que concorre para a melhor compreensão espacial da distribuição dos fluxos de água fluvial e pluvial, bem como podem indicar os eixos principais de transporte sedimentar, em função das alterações impostas por ocasião da instalação do Empreendimento.



LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SEGUNDO DISPOSIÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LOCAIS

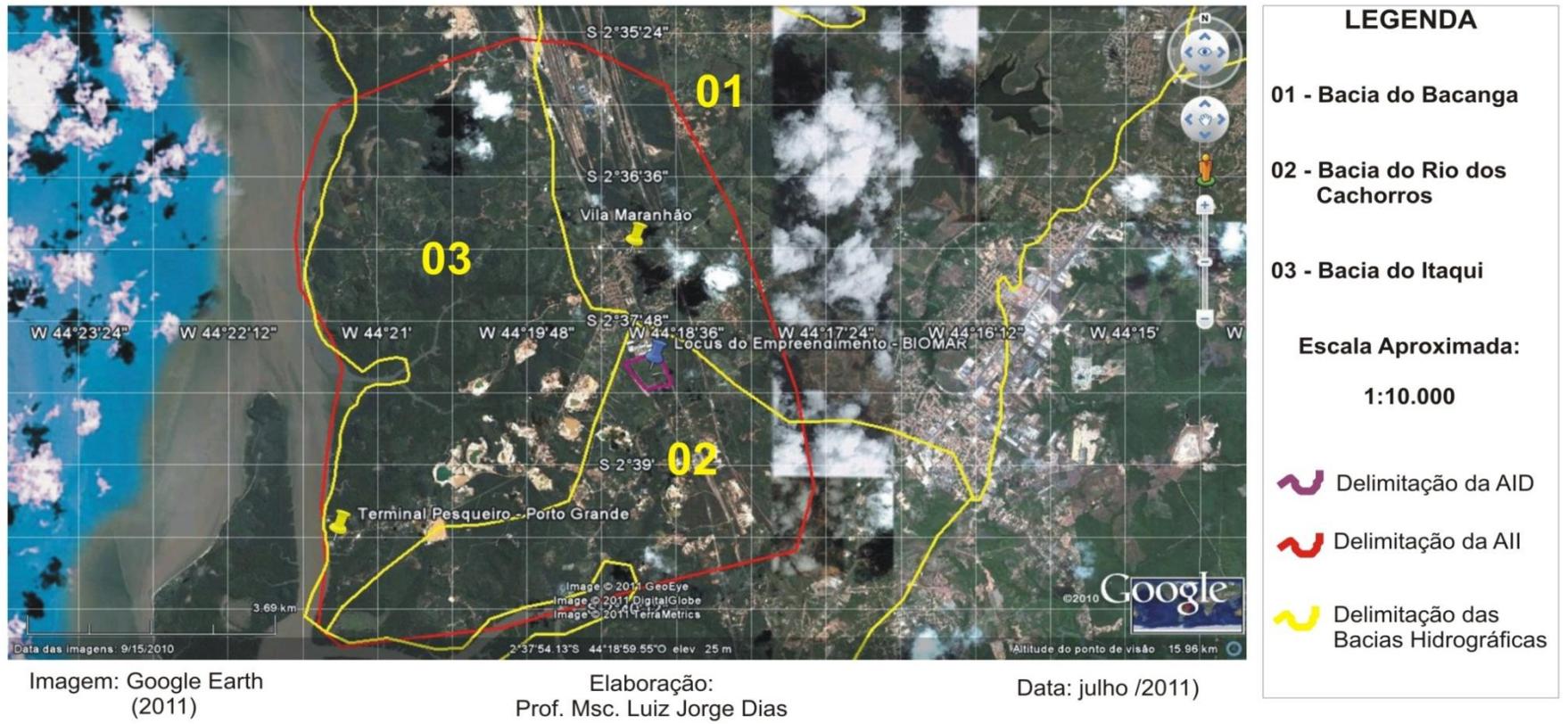


Figura 12 - Localização das bacias hidrográficas nas AID e All do Empreendimento. Fonte: Adaptado de Google Earth (2009); DIAS (2008); DIFERENCIAL (2008).





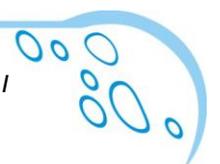
1.4.6. **Localização da área em relação ao plano diretor de ordenamento territorial**

O Distrito Industrial de São Luís (MA) foi criado pelo Decreto Estadual N° 7.646, de 06 de junho de 1980, objetivando atrair e ordenar a implantação de indústrias na Capital Maranhense, regulamentando o uso do solo regional da porção Sudoeste, Centro-Sul e Sul da Ilha do Maranhão, especificamente em território ludovicense. Reformulado pelo Decreto Estadual N° 20.727, de 23 de agosto de 2004, estabelece novos limites para a Zona Rural, destinando 1.068 ha de terras desse antigo território agrícola e agrária para a Zona Industrial. A Figura 13 e Anexo XII demonstra a localização da Área do Distrito Industrial de São Luís (DISAL) em relação à Ilha do Maranhão.

A disposição sobre o zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo, abordado na Lei Municipal nº 3.253, de 29 de dezembro de 1992, setorizou o solo de São Luís, em diversas zonas, tais como: residencial, turística, administrativa, de proteção ambiental, industrial, entre outras, atribuindo às áreas uma importância funcional.

Em 17 de julho de 2002, o Decreto Estadual nº 18.842 proporcionou significativas alterações no ordenamento territorial do Distrito Industrial de São Luís, fazendo emergir inúmeras discussões quanto a limites territoriais urbanos, rurais e industriais, além de portuários.

O Estatuto da Cidade, encontrado na Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho 2001, veio regulamentar os artigos. 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 (capítulo relativo à



Política Urbana), tornando obrigatória a elaboração ou revisão do Plano Diretor para alguns municípios, sendo utilizado um instrumento dos governos municipais voltado à definição do padrão de desenvolvimento da ocupação urbana do seu território.

Através do Plano devem ser identificadas e analisadas características físicas, atividades predominantes e vocações, bem como as situações problematizadas e potencialidades; para, em conjunto com a sociedade organizada, determinar a forma de crescimento a ser promovido, seus instrumentos de implementação e os objetivos a serem alcançados, intencionando-se a melhoria da qualidade de vida da população e a preservação dos recursos naturais.

Sob uma ótica de planejamento ambiental o ordenamento territorial passou a se configurar como um instrumento institucional e processual de aplicação de políticas de desenvolvimento sustentáveis. Portanto, os usos possíveis do território e a intervenção nas propriedades existentes dependem de definições expressas em Lei.

São Luís tem assistido intensas tentativas de alterações em seu plano de ocupação do solo, intencionando-se à transformação de parte da zona rural em zona industrial. É evidente que os impactos sobre a sociedade e o ambiente têm sido pouco considerados nesse âmbito.

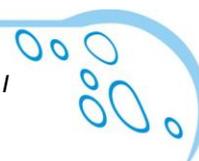
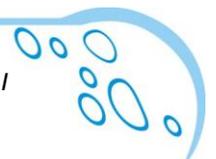




Figura 13 - Polígono definido por linha em amarelo representa os limites do DISAL, a partir de definições previstas no Decreto Estadual N° 20.727/2004. O pequeno tracejado em roxo indica local do Empreendimento da BIOMAR. Fonte: Adaptado de Carvalho (2008, p. 19)

A área do DISAL engloba uma Zona Marítima, a Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), o Terminal Pesqueiro do Porto Grande, o Cinturão Verde, o Parque Ecológico da ALUMAR e zonas industriais, por exemplo. O local do Empreendimento BIOMAR encontra-se totalmente inserido no DISAL, bem como parte da sua Área de Influência Indireta (AII).

As instalações portuárias no entorno imediato do Empreendimento facilitam as operações de embarque e desembarque de matéria-prima necessária e indispensável ao funcionamento do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Ademais, a infraestrutura existente e proximidades com centros consumidores são visualizados como circunstâncias favoráveis ao desenvolvimento de empreendimento dessa tipologia.



A instalação de grandes projetos de desenvolvimento destinados à exploração mineral, florestal, agrícola e pecuária são maneiras de se promover a integração de um espaço aos circuitos econômicos, nacional e internacional. Nesse contexto, o Distrito Industrial de São Luís (DISAL) assume um papel de extrema importância para a zona industrial do Norte Maranhense, atuando através das empresas VALE (Companhia Vale do Rio Doce) e ALUMAR (Consórcio de Alumínio do Maranhão), bem como das demais indústrias de beneficiamento e de transformação existentes em seu perímetro.



2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O beneficiamento das rochas carbonáticas, especialmente o calcário, depende do uso e especificações do produto final. A britagem e o peneiramento são os métodos usuais para obtenção de produtos, cuja utilização final não requer rígidos controles de especificações.

O beneficiamento do calcário será feita via seca, segundo as etapas de britagem, classificação, moagem em moinho de rolos tipo Raymond ou em moinhos tubulares com bolas.

2.1. Fase do Empreendimento

A fase atual do empreendimento/atividade da Usina de Beneficiamento está vinculada a concessão da Licença Ambiental por parte do órgão licenciador.

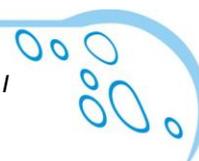
A etapa de planejamento está concluída restando a instalação e início da operação da atividade o que só será possível a após a emissão da Licença Prévia do empreendimento.

2.2. Matérias-Primas Utilizadas no Processo

O calcário biodetrítico é a principal matéria prima para obtenção dos produtos oriundos do seu beneficiamento.

O uso de energia elétrica na usina estará restrito aos equipamentos, principalmente os moinhos e peneiras.

Nos britadores de consumo está na ordem de 1 kWh/t, atingindo valores da ordem de 10 kWh/t em circuitos de



moagem, e até 100 kWh/t em etapas de pulverização, moagem fina, ou micronização.

No beneficiamento do calcário não há significativo uso direto de água de processo, portanto a demanda sobre os recursos hídricos será pouca.

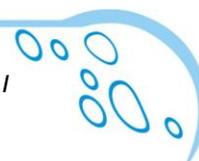
O consumo de água, e, portanto, a demanda e os efeitos sobre os recursos hídricos, podem ser estimados em relação ao consumo médio das pessoas envolvidas nessas etapas, mais o consumo e o descarte envolvido nas operações de manutenção, administrativas e outras.

2.3. Processos Operacionais

O processo de beneficiamento desse sedimento marinho após as etapas de: extração, que se dará na plataforma continental no Município de Cururupu no Estado do Maranhão, local denominado Banco do Tarol, nas áreas dos processos DNPM(s) n° 806.029/2005; 806.001/2006 e 806.002/2006; carregamento nos compartimentos de carga (cisterna) do navio de dragagem; transporte e descarregamento próximo à unidade fabril será realizado nas seguintes fases:

Transporte e Descarregamento

Os sedimentos biodetríticos extraídos ao longo do dia irão sendo armazenados nas cisternas ou porões da draga. Quando o material atingir a capacidade máxima operacional da cisterna a atividade de dragagem será encerrada. Esta parada implicará na interrupção do bombeamento e içamento dos braços de dragagem.



A água associada ao material descarregado passará por gravidade para um tanque de decantação. Essa água será armazenada e reutilizada em descartes sucessivos, de modo que não haverá liberação de águas residuais na Baía de São Marcos no entorno do Porto do Itaqui.

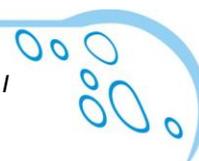
O descarregamento será no Porto do Itaqui, situado nas proximidades do Distrito Industrial de São Luís. As instalações portuárias no entorno imediato do Empreendimento facilitam as operações de embarque e desembarque de matéria-prima necessária e indispensável ao funcionamento do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Ademais, a infraestrutura existente e proximidades com centros consumidores são visualizados como circunstâncias favoráveis ao desenvolvimento de empreendimento dessa tipologia.

Decantação e Secagem

Após o descarregamento será realizada a decantação e logo após o minério será temporariamente estocado em pilhas primárias, onde ocorrerá a fase de secagem inicial ao ar livre. Em volta das pilhas serão feitos canais de drenagem para que a água escorra para os tanques de reaproveitamento.

Com a secagem inicial, o minério será transportado ao pátio de estocagem secundária junto à unidade de beneficiamento em um galpão coberto. O transporte do minério na área de decantação e nos pátios de estocagem das pilhas primárias e pilhas secundárias será realizado mecanicamente com o uso de pá carregadeira e esteiras rolantes.

As pilhas secundárias com o calcário após a primeira secagem que visa diminuir o consumo de energia para a sua



secagem final e, com o uso de uma pá carregadeira o minério deverá ser colocado na moega que alimentará a central de britagem e moagem com o objetivo de uniformizar a granulometria do minério, sendo em seguida depositado em silos.

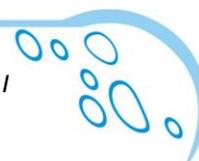
Do silo será retirado por um elevador de canecas, e descarregado no alimentador do secador rotativo de chama direta. Este equipamento será dotado de chama direta, e utilizará como combustível o gás natural de petróleo, sendo responsável pela secagem final do material. Tem corpo tubular, acionamento por motor elétrico, acoplamento flexível, base metálica, polias e correias, com transmissão por coroa/pinhão.

Tanto o britador como o secador rotativo estarão equipados com um sistema de despoeiramento composto de ciclones e filtros de mangas, com a finalidade de retirar as partículas finas e secas do secador rotativo. É um equipamento de alta eficiência, desenvolvido para a filtragem industrial de partículas em altas e baixas temperaturas. É amplamente utilizado na recuperação de particulados (finos e grossos) e controle de poluição atmosférica na fonte (coleta de pó). Neste equipamento, o ar filtrado será expelido para a atmosfera. As partículas serão coletadas e enviadas para o silo de rejeitos, para serem re-introduzidas no processo.

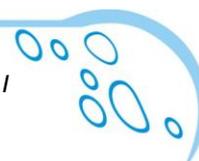
2.4. Fluxograma do processo de beneficiamento

O processo de beneficiamento compreende:

1. *Alimentação da Usina:* O processo se inicia com o transporte da matéria-prima, ainda bastante úmida (15% a 20% de umidade), por meio de pá carregadeira para a moega;



2. *Da moega*, o minério segue para uma fase de peneiramento visando separar as partículas com granulometria entre 2 mm e 6 mm. Esta fração será destinada para aplicações de tratamento de água;
3. A fração restante segue para a *fase de pré-moagem*, através de um alimentador vibratório e transportador de correia;
4. *Pré-Moagem*: Nesta fase o material, ainda úmido e com granulometria heterogênea, tem sua granulometria uniformizada para facilitar sua secagem. Nesta operação é utilizado um moinho de martelos para efetuar a fragmentação além de uma peneira para separar os fragmentos maiores. O minério peneirado, cerca de 80% menor que 2 mm, segue via transportador de rosca para a secagem, enquanto os grânulos maiores retornam ao moinho de martelos;
5. *Secagem*: Nesta fase o minério é seco até 3% de umidade em um secador rotativo. Para reduzir a emissão de material particulado e de gases de enxofre e seus derivados para a atmosfera, o combustível usado é o gás natural. O ar de saída do secador passará por um filtro de mangas que coletará o pó para reintroduzi-lo no processo.
6. *Armazenagem*: Uma vez seco, o minério é conduzido por transportador de rosca e elevador de canecas até o silo de armazenagem. Esse percurso é todo enclausurado a fim de eliminar a poluição por pó. Do silo o produto é levado por transportadores de rosca para um elevador de canecas que abastece os moinhos do setor de moagem e ensacamento, situado dentro do galpão industrial.
7. *Moagem*: No setor de moagem estão instalados 2 moinhos de rolos verticais tipo Raymond, com capacidade de



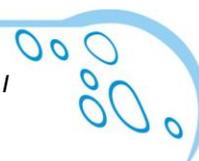
moagem de 4,5 toneladas por hora e acoplados com ciclone separador. O circuito conta, para despoeiramento exclusivo, com um filtro de mangas (72 mangas). Nesta fase, após os classificadores, é que saem os produtos finais para ensacamento.

8. Armazenagem do moído: Dos ciclones dos moinhos, após classificação granulométrica, os produtos seguem, por meio de transportador de rosca e elevador de canecas, para dois silos de armazenagem do produto moído. Também para esses silos é conduzido o produto coletado nos filtros de mangas.

9. Ensacamento: Dos silos, o produto moído é levado, por meio de transportador de rosca, para a ensacadeira. Neste setor os produtos são ensacados, em sacos de 25 kg e 50 kg, na sua forma física final.

10. Armazenagem e Expedição: Depois de ensacado, o produto é colocado em unificadores de carga (“*Bag Flex*”) e empilhados sobre estrados de madeira por uma empilhadeira e armazenados. O carregamento dos caminhões para distribuição do produto é efetuado por meio de correias transportadoras móveis.

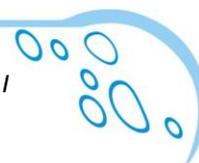
11. Despoeiramento do Processo: A unidade de beneficiamento conta com 03 filtros de mangas para coleta do pó oriundo das várias fontes mencionadas (secagem, moagem, ensaque, silos e transportadores), o pó fino coletado é reaproveitado no processo.

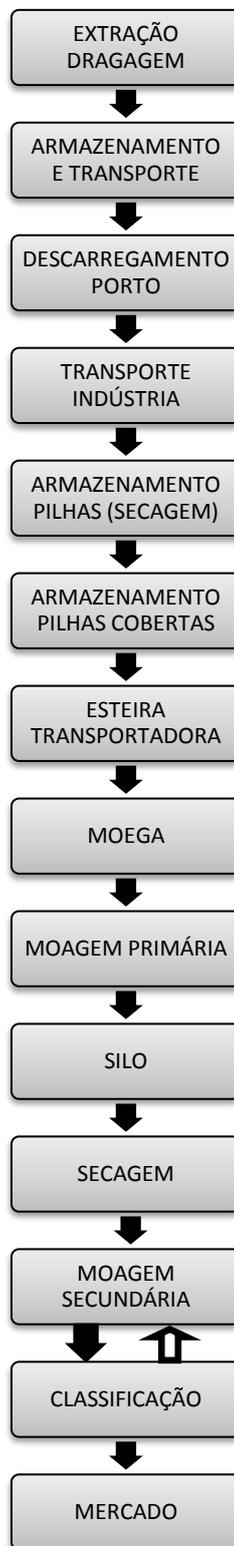


Após a sua classificação o produto final será armazenado em silos e daí conforme a sua destinação final, ensacados ou acomodados em *big bags* e encaminhado aos consumidores.

O Beneficiamento, enfim, consiste simplesmente na classificação secagem e depois moagem do produto para os diversos segmentos do mercado.

O material a ser aplicado em filtragem de água, sofre apenas o processo de classificação. Abaixo o fluxograma do beneficiamento.





Fluxograma de beneficiamento.



2.5. Equipamentos Utilizados

Os equipamentos utilizados no beneficiamento são basicamente:

- Moinho de martelos 120/80P da Metso ou similar;
- Secador contínuo com capacidade de secagem de 200.000 toneladas ano (o secador funcionará 24 horas por dia);
- Moinhos tipo Raymond para moagem de finos;
- Alimentadores vibratórios;
- Correias transportadoras;
- Elevadores de canecas;
- Silos;
- Ensacadeira.

2.6. Abastecimento de Água

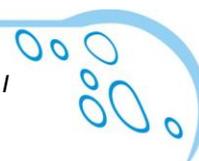
Conforme descrito anteriormente o processo é realizado a seco não necessitando de água.

O fornecimento da água para o abastecimento hidrossanitário da Unidade de Beneficiamento será feito pela Cia de Saneamento Ambiental do Maranhão - CAEMA que dispõe de rede de distribuição no local.

2.7. Esgotamento Sanitário

Não há disponibilidade de rede de coleta de esgotos na área prevista para instalação da Unidade. Em vista disso será construído um sistema alternativo de coleta e disposição de efluentes sanitários do tipo fossa/sumidouro.

Esse sistema visa garantir o atendimento da legislação ambiental no que diz respeito à manutenção dos padrões de



qualidade dos corpos hídricos receptores de efluentes líquidos sanitários oriundos das atividades administrativas e de serviços da usina.

Contempla a implantação, operação e manutenção de estruturas de controle e tratamento, bem como o monitoramento dos parâmetros de qualidade dos seus efluentes líquidos, estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005.

A empresa implantará ações ambientais, bem como os planos de acompanhamento, que envolvem não somente as medições ambientais, mas também procedimentos específicos de verificação dos sistemas de controle ambiental, de modo a garantir a eficiência de seu funcionamento.

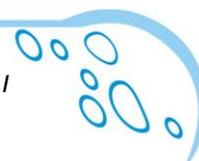
Fossas Sépticas

Os efluentes líquidos sanitários serão direcionados para fossas sépticas a serem construídas em locais previamente determinados.

Os sistemas que serão implantados são estruturas do tipo fossa - filtro anaeróbico - sumidouro empregadas para o tratamento do esgoto sanitário gerado nos setores administrativos de serviços de apoio. Estes setores serão geradores de pequeno volume de efluentes, não demandando, por tal razão a necessidade de instalação de uma estação de tratamento de esgoto.

As fossas sépticas serão construídas com base no atendimento das especificações constantes na Norma da ABNT - NBR 7229 e Portaria Minter 053/79.

Todo o efluente líquido gerado nesses sistemas será infiltrado no solo por meio de dispositivo denominado



sumidouro, não havendo, portanto, o lançamento desses efluentes em corpos de água superficiais.

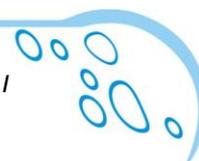
Estes efluentes sofrem uma depuração natural ao permear a região não saturada do solo.

Esta tipologia de sistema de tratamento (tanque séptico, filtro anaeróbio e infiltração no solo) alcança uma eficiência de remoção projetada de 75 a 99% do valor bruto de DBO5.

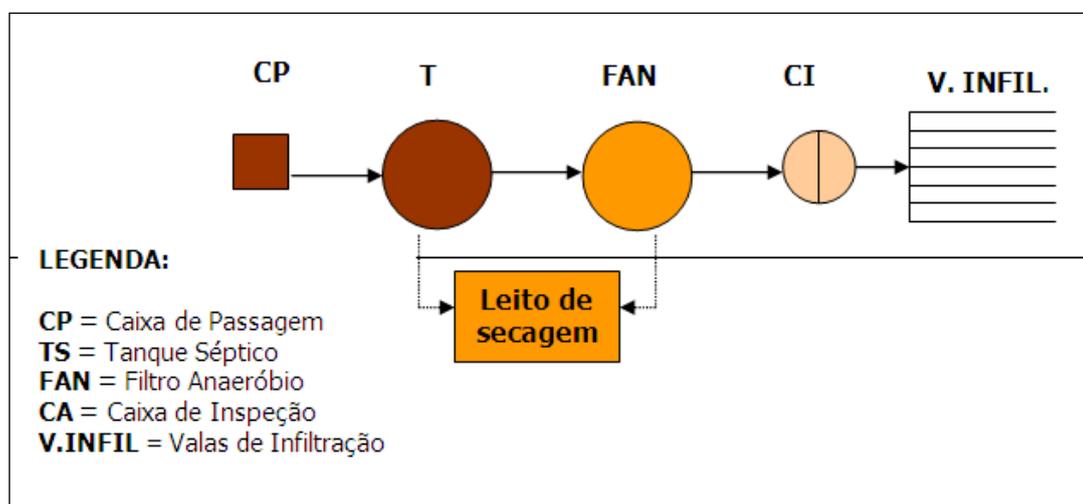
A sequência do tratamento se dá da seguinte forma: do tanque séptico o esgoto será encaminhado para o filtro anaeróbio, onde acontecerá o tratamento biológico, que se processa através da formação de um biofilme, que são células de micro-organismos que se fixam nas superfícies do material componente do meio filtrante. Após a fixação, as células crescem, reproduzem e produzem materiais extracelulares que, juntamente com os micro-organismos, formam uma matriz de fibras entrelaçadas, consumindo a carga orgânica dos esgotos, que lhe serve como alimento, fazendo assim a depuração dos efluentes sanitários.

Após o filtro anaeróbio, o efluente já tratado, passará por uma caixa de inspeção onde serão realizadas amostragens da qualidade do efluente e verificação da eficiência do sistema de tratamento. Essa caixa de inspeção servirá também de caixa de distribuição, pois, a partir daí os efluentes serão lançados nas valas para serem infiltrados no solo, sendo assim o destino final dos mesmos.

Quanto ao sólido retido no tanque séptico, o chamado “lodo” acumulado na primeira fase do tratamento, será removido periodicamente por empresas especializadas nesta atividade. O intervalo de limpeza do tanque, segundo a NBR 7229/ 93, é acima de 12 meses.



A seguir apresenta-se de forma esquemática o sistema de tratamento proposto.



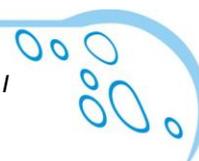
Representação gráfica do sistema de tratamento.

No que diz respeito às valas de infiltração devem ser observados os seguintes pontos:

- Características do solo onde serão instaladas as valas: é importante porque, além da capacidade de percolação do solo, exerce influência fundamental na remoção eficiente dos agentes patogênicos e de nutrientes e ainda o nível de saturação.

- Nível máximo do aquífero e a distância vertical mínima deste até o fundo, às valas de infiltração: deve ser mantida uma distancia mínima vertical entre o fundo das valas e o nível máximo da superfície do aquífero de 1,50 m.

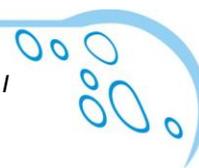
- Distância mínima de poços de captação de água: deve manter uma distância horizontal mínima, conforme as características do solo de qualquer poço para captação de água, de modo a permitir tempo de percurso do fluxo de três dias até atingir o poço.



Quanto ao leito de secagem proposto, que tem como concepção básica, receber o lodo gerado nas unidades de tratamento (tanque séptico e filtro anaeróbico) em camadas de areia e brita, que sob a exposição à luz solar, reduz a umidade através dos processos de drenagem e evaporação dos líquidos liberados durante o período de secagem. O material seco e estabilizado servirá de adubo orgânico para áreas de revegetação.

O leito de secagem será construído a céu aberto e composto das seguintes partes: tanque de armazenamento que será de formato retangular construído em alvenaria e camada drenante. A camada drenante é constituída pelo meio drenante e pela camada suporte. O meio drenante é formado por camadas de pedras de granulometrias diferentes e arrumadas de modo que, a camada inferior tenha granulometria maior do que a camada superior, com a finalidade de evitar que o lodo percole através das camadas de pedra e para facilitar o assentamento em nível, dos tijolos da camada suporte. O meio drenante será arrumado da seguinte forma: camada superior constituída de britas com diâmetros médios variando de 2,5 mm até 0,64 mm e espessura de 75 mm; a camada do meio é constituída por britas de diâmetros variando de 0,64 mm até 2,22 mm com espessura de 0,05mm e a camada inferior formada de britas com diâmetros médios, variando de 1,90 mm até 5,08 mm, com espessura variável.

A camada suporte é formada de tijolos maciços cozidos, assentados em níveis, com afastamentos de 2 a 3 cm, preenchidos com areia grossa. Os tijolos devem ser arrumados de modo a facilitar a remoção do lodo seco



2.8. Área de Abastecimento de Combustíveis e Lubrificação de Veículos

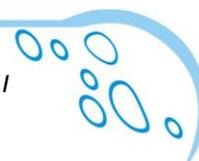
Toda operação que requer abastecimento de combustíveis, troca de óleo e lubrificação de veículos será realizada fora da área da unidade produtiva mais precisamente em postos especializados nestes serviços.

2.9. Quadro de Funcionários

O pessoal previsto para o funcionamento da usina encontra-se listado abaixo.

Quadro 2- Lista de pessoal.

QUADRO DE PESSOAL E MÃO DE OBRA	
USINA DE BENEFICIAMENTO	
01	ENGENHEIRO DE MINAS
01	CH. DEPT PESSOAL
01	CH DE VENDAS
06	VENDEDORES
10	AUX. ADMINISTRATIVO
08	VIGIAS
02	OP. PÁ CARREGADEIRA
02	ENCARREGADO DA PRODUÇÃO
01	MECÂNICO MANUTENÇÃO
30	OPERÁRIOS
62	Nº DE FUNCIONÁRIOS



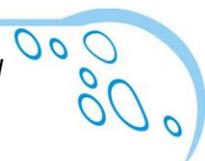
2.10. Resíduos e efluentes gerados em cada etapa do empreendimento

Definiu-se o estabelecimento de critérios para Avaliação Ambiental na área, principalmente aqueles que mais se adequam a área em que será implantada a Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. O prognóstico dos impactos ambientais constante deste capítulo resulta da uniformidade de procedimentos adotados que visaram o perfil do empreendimento analisado.

Os principais impactos que podem ser observados na fase de instalação do Empreendimento, principalmente. Em empreendimentos dessa natureza, por ocasião do desenvolvimento da construção, poderão ser materializados:

- 1) Impactos relacionados à água;
- 2) Impactos relacionados ao solo e uso do solo;
- 3) Impactos relacionados ao ar;
- 4) Impactos relacionados a aterros e terraplenagem;
- 5) Impactos socioeconômicos;
- 6) Impactos relacionados a ruídos, vibrações e resíduos sólidos.

Por se tratar de uma análise integrada, adotou-se a opção técnica de contemplar os aspectos de operação do empreendimento. Para tanto, relacionaram-se as “Ações Programadas” para as diversas etapas do Empreendimento e os “Componentes Ambientais” intervenientes, os quais foram organizados sob a forma de uma matriz, que permitisse identificar as intervenções ambientais causadas pelas várias ações previstas.



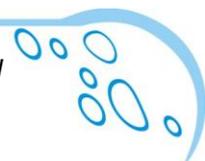
A seguir, apresentam-se inicialmente, as Ações Programadas (Quadro 3), identificadas como geradoras de impactos, seguindo-se os Componentes Ambientais, que formam o quadro completo destas ações, para melhor avaliação e discernimento comparativo entre o real e o teórico.

Quadro 3 - Esquema programático das atividades previstas por ocasião da Instalação e Operação do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

Fases	Ações	Situação atual
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planejamento e projeto; 	Fase ultrapassada.
Implantação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mobilização de equipamentos e mão de obra ▪ Implantação de canteiros de obras ▪ Terraplanagem ▪ Implantação dos equipamentos ▪ Infraestrutura adicional 	Fase de Instalação
Operação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demanda por mão de obra ▪ Dinamização da economia ▪ Desmobilização parcial da mão de obra ▪ Entrega das edificações ▪ Desenvolvimento da atividade econômica 	Fase de Operação

Fonte: Registros da Pesquisa.

Assim sendo, segue a lista dos principais tipos de impactos previstos para o Empreendimento da Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Em alguns deles, já são apresentadas as medidas mitigatórias. Destacam-se aqui os principais tipos de resíduos e efluentes gerados, bem como a sua destinação e trato adequados.



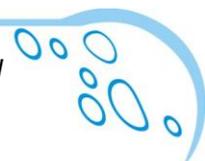
Fase de Instalação

Acerca dos resíduos gerados nessa fase (durante a instalação do empreendimento), destacam-se os expostos no

Quadro 4 que apresenta um panorama dos tipos de efluentes produzidos durante o mesmo período. Optou-se, para fins de objetividade e clareza das informações apresentadas, por uniformizar ambas as matrizes, com o propósito de levar à compreensão de tipologias de danos e de possíveis estratégias de mitigação a elas associadas.

Como se pode perceber através dos quadros mencionados, a instalação do canteiro de obras e como a construção em si do ambiente físico da Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR permitem analisar um ponto bastante interessante, ao passo que crítico: já na fase de instalação do empreendimento, inicia-se a produção de resíduos sólidos e de efluentes, que se não forem corretamente tratados e sua quantidade produzida não for controlada, poderá haver sérios comprometimentos para a fase de operação do empreendimento.

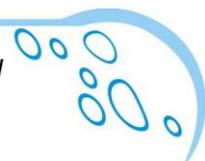
O planejamento das atividades por parte do empreendedor, de forma ambientalmente sustentável, requer o entendimento do seguinte aspecto: o tratamento e disposição adequados de resíduos sólidos e efluentes são condição *sine qua non* para a manutenção em longo prazo da Usina de Beneficiamento de Calcário, observando-se, para tal, os danos sobre os meios físico, ecológico e socioeconômico local e regional (ou seja, nas suas respectivas AID e AII).



Quadro 4 - Resíduos gerados por ocasião da Instalação do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

TIPO DE RESÍDUO	LOCAL DE GERAÇÃO/ORIGEM	DURABILIDADE DA FONTE GERADORA DO RESÍDUO	ESTRATÉGIA PARA MITIGAÇÃO DE DANOS
Material particulado (poeira relacionada à presença de areias, argilas e cimento)	Local de instalação do empreendimento. Sua geração/origem está relacionada à fase de terraplenagem, bem como pela deposição de material para construção civil	Curta, enquanto durar a fase de adequação do terreno para receber as construções pretendidas e projetadas (terraplenagem); Ou média, enquanto ocorrer a deposição e transporte de material para construção civil, principalmente areia e cimento	Quanto à poeira gerada pela frente de obra, no período de terraplenagem, podem ser utilizadas mangueiras ou "carros-pipa" para molhar os solos locais, isso geralmente de duas a três vezes ao dia. Quanto à poeira gerada por material de construção civil, é imperativo que não sejam necessariamente aspergidos, com o risco de se perderem, caso esse do cimento. Aconselha-se condicioná-los em local abrigado de ventos, para evitar a sua consequente dispersão pela baixa atmosfera.
Restos de material de construção	Local de instalação do empreendimento.	Média, enquanto ocorrer a deposição e transporte de material para construção civil, principalmente areia e cimento	O material pode ser utilizado como entulho, se bem selecionado, a servir, ainda, para o local do Empreendimento.
Material orgânico (restos de alimentos)	Local de instalação do empreendimento e Escritório da Obra	Média, enquanto for desenvolvida a obra	O condicionamento adequado de matéria orgânica proveniente de sobras de alimentos pode ser tratado dentro do próprio local do Empreendimento, em projeto de compostagem, a servir como substrato para a implantação do paisagismo de entorno do Empreendimento, no final da fase de instalação.
Material Orgânico (papéis, papelão e similares)	Local de instalação do empreendimento e Escritório da Obra	Média, enquanto for desenvolvida a obra	Dependendo de cada tipologia, devem ser destinados ao reaproveitamento e/ou reciclagem.
Material Inorgânico (plásticos, metais, latas, laminados e similares)	Local de instalação do empreendimento e Escritório da Obra	Média, enquanto for desenvolvida a obra	Dependendo de cada tipologia, devem ser destinados ao reaproveitamento e/ou reciclagem.
Recipientes de tintas, vernizes, de materiais de limpeza e similares	Local de instalação do empreendimento e Escritório da Obra	Média, enquanto for desenvolvida a obra	Dependendo de cada tipologia, devem ser destinados ao reaproveitamento e/ou reciclagem.

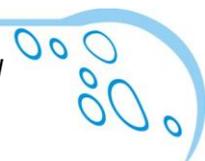
Fonte: Registros da Pesquisa.



Quadro 5 - Efluentes gerados por ocasião da Instalação do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

TIPO DE EFLUENTE	LOCAL DE ORIGEM	DURABILIDADE DA FONTE GERADORA DO EFLUENTE	ESTRATÉGIA PARA MITIGAÇÃO DE DANOS
Material biogeoquímico associado a banheiros	Local de instalação do empreendimento. Sua geração/origem está relacionada às necessidades mínimas de higiene em ambientes de obra e, para sua implantação, faz-se necessária a construção de fossas sépticas interligadas ao sistema de banheiros da obra	Enquanto forem desenvolvidas as atividades referentes à instalação do Empreendimento, a presença desse tipo de infraestrutura é indispensável, tendo em vista a dotação de condições de bem-estar físico aos trabalhadores, fiscais e visitantes das obras	Podem ser contratadas empresas que loquem banheiros químicos para o canteiro de obras, com vistas à não utilização dos solos locais para a construção de fossas sépticas
Águas servidas de banheiros coletivos (chuveiros, lavabos, vasos sanitários, dentre outros similares)	Local de instalação do empreendimento. Sua geração/origem está relacionada às necessidades mínimas de higiene no local da obra. Para sua implantação, faz-se necessária a construção de fossas sépticas interligadas ao sistema de banheiros da obra	Enquanto forem desenvolvidas as atividades referentes à instalação do Empreendimento	Nesse caso, a presença de fossas sépticas é indispensável para a garantia de segurança ambiental e de saúde coletiva. O Empreendedor apresentará por ocasião do pedido de LI da Usina de Beneficiamento de Calcário, projeto detalhado de fossas sépticas, bem como a sua disposição no terreno (projeto básico e arquitetônico)
Líquidos inorgânicos (poluentes e/ou tóxicos)	Local de instalação do empreendimento. Sua geração/origem está relacionada à utilização de solventes, tintas, vernizes, argamassas para construção civil	Enquanto forem desenvolvidas as atividades referentes à instalação do Empreendimento	Faz-se mister desenvolver atividades de coleta seletiva dos restos desses tipos de líquidos ou de materiais que possuam contato com eles, tendo em vista a não contaminação dos solos locais e, por conseguinte, dos aquíferos.
Efluentes atmosféricos (fumaça)	Entorno do local de instalação do Empreendimento	A durabilidade de um evento de queimada natural tende a ser curta (poucas horas a alguns dias), tendo em vista o aumento da temperatura local ou a presença de fumantes no local. A queima de estoque de carbono (em cobertura vegetal em processo de sucessão ecológica) gera danos possivelmente irreversíveis à fauna local, principalmente	O empreendedor deverá adotar em sua política de qualidade o isolamento das áreas de cobertura vegetal em processo de sucessão ecológica (capoeiras), a partir do florestamento de entorno, com vistas a diminuir os impactos causados pelo efeito de borda, ou seja, pelo aumento da temperatura no entorno do fragmento florestal, objetivando diminuir os riscos de combustão espontânea.

Fonte: Registros da Pesquisa.



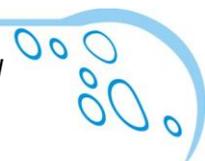
Serão discutidos em item posterior alguns elementos complementares acerca dos tipos de resíduos sólidos e de seus condicionamentos possíveis e recomendados. Por conseguinte, observa-se que os efluentes tratados na presente análise não são apenas líquidos, mas também atmosféricos.

Fase de Operação

A fase de operação é caracterizada pelo desenvolvimento pleno do Empreendimento. É nela que são arrolados cumulativamente danos positivos e negativos, passíveis de monitoramento, controle e mitigação sucessivos. Nesse sentido, o planejamento prévio das atividades e dos impactos relacionados é considerado indispensável, principalmente ao serem correlacionadas a tipologia da atividade econômica, o espaço por ela ocupado e o ambiente total de entorno (meios físico, ecológico e socioeconômico), nas suas Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AII).

Dessa maneira, são elencados no Quadro 6 e Quadro 7 os principais tipos de resíduos e efluentes, respectivamente, que serão gerados na Operação da Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Como critério para a delimitação de dados das matrizes, que seguem as mesmas tipologias do Quadro 4 e Quadro 5, adotou-se o seguinte critério complementar, presente na terceira coluna das matrizes: o fator tempo de permanência do resíduo ou efluente na AID ou AII.

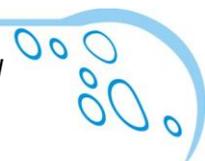
Ao contrário desses dois últimos citados quadros, referentes à fase de instalação em que os impactos de produção de resíduos e efluentes era local (AID), na operação tanto a AID quanto a AII poderão sofrer impactos diretos e/ou indiretos do Empreendimento ora em discussão. Destarte, é imperativo que



sejam discutidas estratégias de controle e mitigação de danos locais e regionais, uma vez que um dos objetivos principais dos empreendedores é mitigar eventuais impactos de vizinhança, bem como os ambientais, que sejam negativos.

Quadro 6 - Resíduos gerados por ocasião da operação do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

TIPO DE RESÍDUO	LOCAL DE GERAÇÃO/ORIGEM	DURABILIDADE DA FONTE GERADORA DO RESÍDUO	ESTRATÉGIA PARA MITIGAÇÃO DE DANOS
Material particulado (poeira relacionada à deposição e beneficiamento de calcário)	Sede do empreendimento. Sua geração/origem está relacionada ao transporte, deposição e uso sistemático e contínuo do calcário no pátio de estocagem, nos galpões e no processo de moagem da rocha	Curta, enquanto durar a agitação de material, indicada pelo transporte, deposição ou moagem do material carbonático. Todos esses danos são pontualmente restritos à AID. Contudo, como esses processos serão constantes, há indicativo de grande durabilidade na presença de material particulado em suspensão na baixa troposfera (altitudes de até 30 metros acima do nível do solo)	Quanto à poeira gerada dentro dos galpões (em moagens de rocha, por exemplo), é imprescindível haver controle em ambiente fechado com o intuito de evitar sua dispersão aérea, bem como se faz obrigatório que os trabalhadores usem máscaras com o fito de não se contaminarem biocumulativamente com a poeira. Construir galpões e pátios de estocagem com as suas entradas e saídas devidamente nos sentidos Leste - Oeste ou Sudeste - Noroeste, evitando que haja dispersões acentuados dos particulados para a AII, em função da direção média dos ventos dominantes.
Restos de moagem de Calcário	Sede do empreendimento.	Permanente, na AID	O material pode ser utilizado como entulho, se bem selecionado, a servir, ainda, para o local do Empreendimento, bem como pode ser comercializado com tal para outras empresas.
Material orgânico (restos de alimentos)	Sede do empreendimento.	Permanente, na AID	O condicionamento adequado de matéria orgânica proveniente de sobras de alimentos pode ser tratado dentro do próprio local do Empreendimento, em projeto de compostagem iniciado na fase de Instalação, a servir como substrato para a manutenção do paisagismo de entorno do Empreendimento.
Material de Escritório	Sede do empreendimento.	Permanente, na AID	Dependendo de cada tipologia, devem ser destinados ao reaproveitamento e/ou reciclagem, sendo acondicionados aprioristicamente no próprio local do Empreendimento.
Material Inorgânico relacionado a produtos para funcionamento da Usina	Sede do empreendimento.	Permanente, na AID	Dependendo de cada tipologia, devem ser destinados ao reaproveitamento e/ou reciclagem.

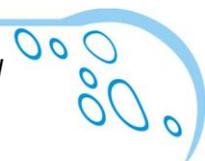


Quadro 7 - Efluentes gerados por ocasião da operação do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR.

TIPO DE EFLUENTE	LOCAL DE ORIGEM	DURABILIDADE DA FONTE GERADORA DO EFLUENTE	ESTRATÉGIA PARA MITIGAÇÃO DE DANOS
Material biogeoquímico associado a banheiros coletivos, chuveiros, lavabos, dentre outros similares	Local do empreendimento. Sua geração/origem foi explicitada no Quadro 04.	Enquanto forem desenvolvidas as atividades referentes à operação do Empreendimento, a presença desse tipo de infraestrutura é indispensável, tendo em vista a dotação de condições de bem-estar físico aos trabalhadores, fiscais e visitantes das obras (AID, com possíveis danos na All do Empreendimento)	É indispensável que sejam projetados e instalados sistemas de tratamento de efluentes provenientes de banheiros, refeitórios, lavabos, etc., com o intuito de mitigar danos eventuais que concorram para a contaminação dos compartimentos hídricos subterrâneos.
Líquidos inorgânicos (poluentes e/ou tóxicos, como graxas, solventes, óleos para máquinas e similares)	Local do empreendimento	Enquanto forem desenvolvidas as atividades referentes à operação do Empreendimento (AID)	Faz-se mister desenvolver atividades de coleta seletiva dos restos desses tipos de líquidos ou de materiais que possuam contato com eles, tendo em vista a não contaminação dos solos locais e, por conseguinte, dos aquíferos.
Efluentes atmosféricos (fumaça)	Local do empreendimento	A durabilidade de um evento de queimada natural tende a ser curta (poucas horas a alguns dias), tendo em vista o aumento da temperatura local ou a presença de fumantes no local. A queima de estoque de carbono (em cobertura vegetal em processo de sucessão ecológica) gera danos possivelmente irreversíveis à fauna local, principalmente. Item já discutido no Quadro 04.	Solução exposta em item equivalente do Quadro 04.

2.11. Resíduos Sólidos

Os resíduos da construção civil (RCC), por ocasião da instalação do Empreendimento ora analisado, deverão ser classificados conforme orienta a Resolução CONAMA 307/2002, da seguinte ordem:



- 1) **Classe A:** São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestruturas, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassas e concreto;
 - De processos de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- 2) **Classe B:** São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papéis/papelão, metais, vidros, madeiros e outros;
- 3) **Classe C:** São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- 4) **Classe D:** São os resíduos perigosos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Todas as classes de resíduos supramencionadas, com exceção da Classe 04, estarão presentes na fase de implantação do Empreendimento Usina de Beneficiamento de Calcário da BIOMAR. Ademais, os empreendedores desenvolverão, ainda na fase de instalação, um programa de gestão de resíduos sólidos



cujo principal objetivo é o do condicionamento adequado de resíduos passíveis de reaproveitamento e/ou reciclagem.

Nesse sentido, a implantação da coleta seletiva dos resíduos poderá ser efetuada de acordo com os passos descritos a seguir:

- a) **1º passo:** Consiste no planejamento das ações a serem efetivadas e onde serão implantadas, a fim de direcionarmos os esforços para o atendimento das metas;
- b) **2º passo:** Consiste na mobilidade do pessoal a ser feita por meio de palestras, para a chefia da obra, funcionários e outros colaboradores, complementada por afixação de cartazes, mensagens em contracheques e outros apropriados;
- c) **3º passo:** Consiste na caracterização dos resíduos gerados nas principais fases da obra, sendo variável durante sua execução;
- d) **4º passo:** Consiste na avaliação da viabilidade do uso dos componentes do entulho. Os resíduos. Classe A poderiam ser utilizados, após moagem, na própria obra ou como agregado em sub-base de estrada, sub-base de pisos/calçadas, confecção de tijolos e bloquetes para pisos intervalados. Os de classe B e D irão voltar ao ciclo de produção, ou seja, serão reciclados. Quanto aos de Classe C, ainda não há uma solução econômica para reutilização;
- e) **5º passo:** Desenvolver todo processo e providenciar acordos, contratos, licenças, autorizações e demais documentos que permitam a utilização do RCC. Tais documentos se fazem necessários para o controle do que sai da obra e se o seu destino está sendo respeitado;



- f) **6º passo:** Desenvolver e documentar os procedimentos adotados para a seleção, acondicionamento, e retirada do RCC da obra.
- g) **7º passo:** Estabelecer a logística do transporte para retirada dos resíduos selecionados. Esta medida tem como objetivo principal a retirada dos resíduos, evitando o acúmulo destes no canteiro da obra, o que pode desestimular a coleta seletiva;
- h) **8º passo:** Capacitar todos os envolvidos, por meio de treinamento geral, realizado com todos os funcionários para que destinem o resíduo para o recipiente apropriado, e treinamento específico para os funcionários que irão efetuar a remoção dos resíduos dos recipientes para as baias.

Providenciar recipientes para o acondicionamento dos materiais a serem segregados é uma iniciativa que será feita ainda no ato da instalação do canteiro de obras. Ademais, é nesse espaço que deverão estar posicionados recipientes para a coleta seletiva. Estes recipientes serão identificados conforme o material a ser selecionado. No andar térreo ter-se-ão baias para acumular os resíduos coletados. A normalização do padrão de cores para os resíduos é dada pela Resolução CONAMA Nº 275 de 19 de Junho de 2001, conforme quadro apresentado a seguir.



Quadro 8 - Padrões de cores para serem adotados para coleta seletiva.

Fonte: Resolução CONAMA 275/2001.

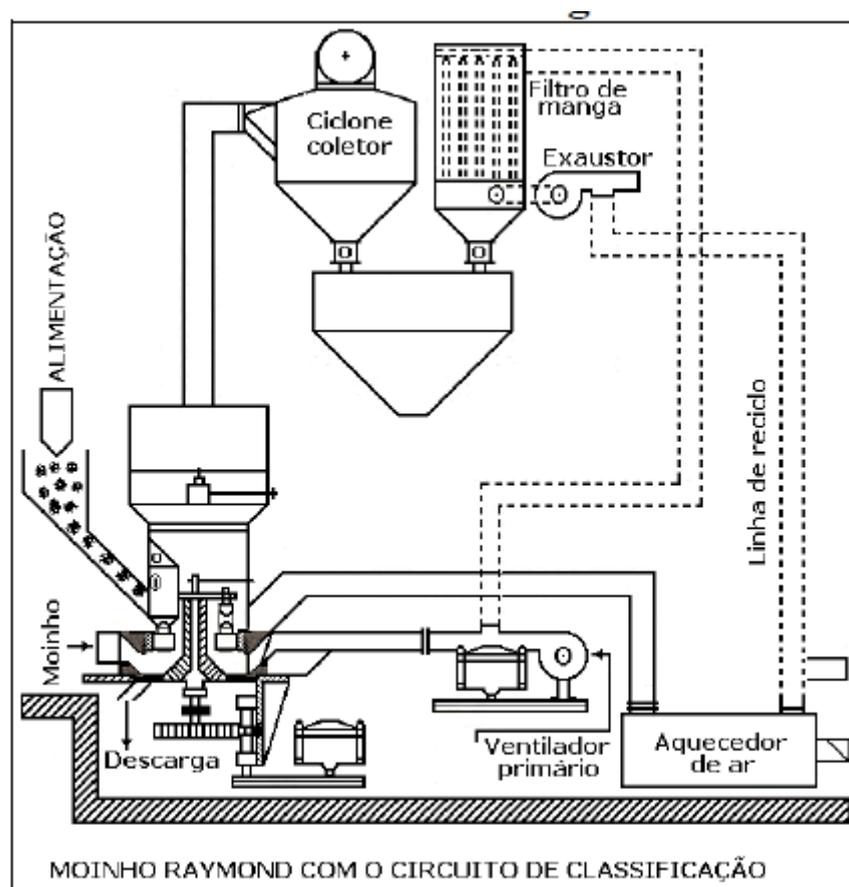
COR DO COLETOR/TRANSPORTADOR	RESÍDUO A SER ACONDICIONADO
Azul	Papel/Papelão;
Vermelho	Plástico;
Verde	Vidro;
Amarelo	Metal;
Preto	Madeira;
Laranja	Resíduos Perigosos;
Branco	Resíduos Ambulatoriais e de saúde;
Roxo	Resíduos Radioativos;
Marrom	Resíduos Orgânicos;
Cinza	Resíduo Geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Contudo, conforme visto, não são apenas resíduos de construção que serão gerados pelo Empreendimento durante a fase de instalação. A instalação de um empreendimento mineral frequentemente traz à população oferta de emprego e geração de renda. Contudo, resíduos os mais diversos são gerados, o que permite a poluição e/ou contaminação dos meios físicos, ecológicos e sociais, caso não sejam reconhecidos previamente e, por conseguinte, sejam desenvolvidas estratégias de/para mitigação e controle de danos.

Abaixo o esquema ilustrativo do processamento do Calcário.



Mesmo com processo de moagem em circuito aparentemente fechado, resíduos são gerados e necessitam de um tratamento, incluindo condicionamento, disposição e destinos.



Esquema de moinho Raymond para tratamento de calcário. Fonte: Sampaio e Almeida (2009 apud SILVA, 2009, p. 15).

2.12. Projeto detalhado do sistema de tratamento do material particulado

Fase de Instalação



Conforme foi relatado no Diagnóstico Ambiental durante a fase de Instalação da Usina, as emissões atmosféricas mais significativas serão basicamente de material particulado em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PM10) provenientes da limpeza e preparação do terreno para a sua instalação, da abertura de vias de acesso, da movimentação de produtos, da intensificação de tráfego de veículo, das máquinas em atividades na obra e da construção civil.

As emissões de gases dos escapamentos de veículos e máquinas que trabalharão nas obras dessa fase também poderão contribuir. Entretanto, não deverão ocorrer contribuições significativas que comprometam a qualidade do ar na região de entorno do empreendimento.

Para efeito de controle serão adotadas as seguintes Medidas Mitigadoras:

- Umectação constante do solo nas áreas de intervenção, com frequência predeterminada, para abatimento na origem das emissões de material para a atmosfera;
- Uso de lonas para cobrir os caminhões, quando transportando materiais granulados;
- Controle de velocidade dos veículos em toda a área do empreendimento;
- Utilização de locais com menor interferência em relação à ação dos ventos onde serão estocados os materiais granulados, evitando assim o arraste eólico;
- Adoção de sistemas de aspersão como procedimento de controle, caso necessário.

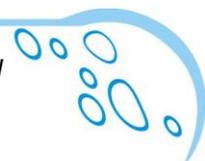
Fase de Operação



As emissões atmosféricas geradas na fase de operação da usina estarão restritas às intervenções de transporte e descarregamento da matéria prima, a movimentação de máquinas e veículos nas vias de acesso e no sistema interno de moagem, peneiramento, granulação e ensacamento do produto final.

Para efeito de controle serão adotadas as seguintes Medidas Mitigadoras:

- O sistema de moagem será feito em circuito fechado e interligado com a etapa de classificação por peneiramento.
- O peneiramento será executado com peneiras vibratórias inteiramente fechadas equipadas com filtros de mangas de despoeiramento.
- A geração de material particulado no pátio de matéria-prima, juntamente com o gerado na movimentação do maquinário serão amenizados com a aspersão das vias de tráfego por meio de caminhões-pipa.
- Os setores de moagem, peneiramento e ensacamento do produto final serão amplos e enclausurados em galpões e dotados de exaustores ligados a filtro de mangas.
- Nos limites do empreendimento será implantado um cinturão verde.



3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI'S)

São tratados no âmbito da Legislação Trabalhista e da Medicina do Trabalho, através das normas reguladoras NR-06 e NR-22, aprovadas pelas Portarias N° 06 de 09/03/83, Portaria N.º 26 de 29/12/94 (Lei 6.514, de 22/12/77), Portaria N.º 2.037, de 15/12/99 do Ministério do Trabalho.

A empresa será obrigada a fornecer gratuitamente aos empregados, os EPI's, em perfeito estado de conservação e funcionamento, para não colocar em risco a integridade física do trabalhador e neutralizar os agentes insalubres.

Seguem os devidos EPI's, conforme a necessidade de proteção dos trabalhadores das atividades perigosas e insalubres que serão desenvolvidas na usina:

➤ **Proteção para cabeça**

❖ Óculos de segurança contra poeira e pequenos fragmentos sólidos.

❖ Capacete de segurança para proteção do crânio, que de acordo com a NR-06, é indispensável aos trabalhadores de ambientes fechados.

➤ **Proteção para as mãos**

❖ Luvas de couro para evitar lesões provocadas por materiais escoriantes, abrasivos, cortantes ou perfurantes.

➤ **Proteção para os pés**

❖ Botas com biqueira de aço para locais passíveis de riscos de queda de materiais pesados.

➤ **Proteção auditiva**

❖ Protetores auriculares para trabalhos realizados em lugares onde o nível de ruído seja superior ao estabelecido na NR-15.





- **Proteção respiratória**
 - ❖ Utilização de máscaras, visto que o local é propenso à liberação de poeiras e material particulado.
- **Proteção contra chuvas**
 - ❖ Capas e botas impermeáveis.

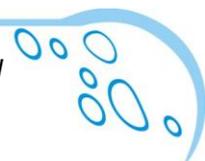


4. CONCLUSÃO

O estudo ora apresentado visa complementar o EIA/RIMA da BIOMAR MINERAÇÃO LTDA e subsidiar o processo de Licenciamento Ambiental da instalação e operação de uma unidade de beneficiamento de sedimentos bioclásticos provenientes de algas calcárias, no Distrito Industrial de São Luís/MA.

Qualquer intervenção no ambiente provocada por instalação e operação de usinas de beneficiamento de calcário gera impacto. Porém, o que se considera numa avaliação sensata destes impactos é o seu caráter reparador expresso em medidas, procedimentos, planos e programas que busquem a correção ou diminuição destes problemas ambientais. Para tanto, é necessária uma adequada verificação da magnitude dos impactos de forma que possamos indicar e executar as medidas corretivas para cada situação.

A preocupação com a qualidade ambiental está evidente neste estudo complementar que procurou reunir um conjunto de informações e dados básicos, analisá-los, depurá-los e em seguida, apresentar algumas proposições objetivando o controle e preservação dos atributos ambientais na área do empreendimento, a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas e finalmente o cumprimento da Legislação Ambiental.



5. EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pela elaboração do presente estudo complementar é constituída dos seguintes profissionais:

JOSÉ FERNANDO TAJRA REIS

Eng° de Minas CREA 1105031411

Esp. Auditoria e Perícia Ambiental

JOSÉ DE RIBAMAR NEVES VIEGAS

Geólogo CREA: 200285621-4/D

HÉLIO DE OLIVEIRA SOUSA COSTA

Geólogo CREA 110252307-0

ELIANE BRAGA RIBEIRO

Bióloga CRBio 59836/05-D



6. REFERÊNCIAS

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL 2000.
PNUD Brasil.

Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas>. Consultado em 08/07/2008.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MÜLLER-PLANTENBERG, Clarita; AB'SÁBER, Aziz Nacib (orgs.). **Previsão de impactos: o estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, Rússia e Alemanha.** 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2006. p. 27-49.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332 p.

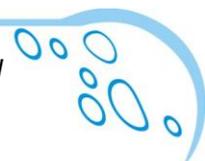
BASTOS, Anna Christina Saramago; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Licenciamento ambiental brasileiro no contexto da avaliação de impactos ambientais. In: CUNHA, Sandra Baptista da.; GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **Avaliação e perícia ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 77-113.

BRASIL (País). **Lei Federal Nº 9.985/2000 - Cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** Brasília (DF): 18 de julho de 2000.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra. **Geoconomia e conservação ambiental em São Luís (MA): reflexões necessárias.** Relatório Técnico. São Luís: SEMA-MA, 2008. 22 p.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra; NOGUEIRA JÚNIOR, João de Deus Matos. Contribuição às análises da problemática ambiental da Ilha do Maranhão. **Ciências Humanas em Revista.** São Luís, v. 3, n. 2, dez. 2005. p. 127-144.

DIFERENCIAL Energia Empreendimentos e Participações LTDA.



CARVALHO, Fernanda Cunha de. **Ordenamento territorial e impactos socioambientais no Distrito Industrial de São Luís - MA.** São Luís: Monografia de Graduação (Bacharelado em Geografia), 2006. 94 f.

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Empreendimento da Usina Termoelétrica do Itaqui (UTE Porto do Itaqui). São Luís: 2008. 1.395 p.

FAMEM. **Federação dos Municípios do Estado do Maranhão.** Disponível em: <http://www.famem.org.br/Pagina255.htm>. Consultado em 07/07/2008.

FIRJAN - **Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Manual e conservação e reuso da água na indústria.** Rio de Janeiro: 2006. 29 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em <http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>. Consultado em 08/07/2008.

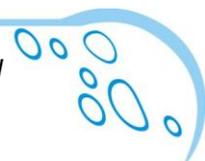
<http://images.google.com.br>. Consultado em 07/07/2008.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 648 p. il.

GEOLOGIA E GEOINDICADORES - Aspectos do Município de Balsas e arredores - Projeto Balsas desenvolvido pelo Convênio DNPM/UFPA. Geólogo Cândido Bordeaux. 2003

GEPLAN. **GERÊNCIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Atlas do Maranhão.** Laboratório de Geoprocessamento-UEMA, São Luís, 2002.

MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E COORDENAÇÃO. **FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão - diretrizes gerais para a ordenação**



- territorial**. Salvador: Diretoria de Geociências/Divisão de Geociências da Bahia, 1997.
- MARANHÃO (ESTADO). **Zoneamento costeiro do estado do Maranhão**. (CD-ROM). São Luís: Fundação Souzaêndrade / DEOLI / LABOHIDRO (UFMA) / Núcleo Geoambiental (UEMA). 254 p.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 09-67.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES/CODOMAR/ AHINOR. **COMPANHIA DOCAS DO MARANHÃO/ADMINISTRAÇÃO DAS HIDROVIAS DO NORDESTE**. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/rios-pdf/rioParna%C2%A1ba.pdf>. Consulta em 04/07/2009.
- http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Raimundo_das_Mangabeiras. Consulta em 04/07/2009
- PALMIERI, Francesco; LARACH, Jorge Olmos Iturri. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. pp. 59-122.
- SEMATUR. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. 1991. São Luís.
- SILVA, José Lauber. **A importância da fiscalização para a proteção das Unidades de Conservação da Ilha do Maranhão: o caso do Parque Estadual do Bacanga e da APA do Maracanã**. 2006. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso



(Graduação em Geografia Bacharelado). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

SILVA, José Otávio da. **Perfil do Calcário**. Brasília (DF): MME - Ministério das Minas e Energia/BIRD - Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento, 2009. 56 p.



7. ANEXOS

ANEXO 01- Poligonal Terreno

ANEXO 02- Projeto Arquitetônico

ANEXO 03- Localização Geográfica Empreendimento

ANEXO 04- Localização Geográfica Empreendimento

ANEXO 05- Localização Geográfica Empreendimento

ANEXO 06- Localização Área Influência Direta

ANEXO 07- Área Influência Indireta

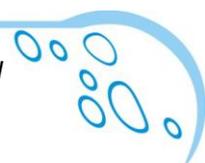
ANEXO 08- Mapa Geológico da Área

ANEXO 09- Mapa Topográfico

ANEXO 10- Carta de Solos

ANEXO 11 - Bacias Hidrográficas

ANEXO 12- DISAL





biomar
Mineração Ltda

