



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
I CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO HÍDRICA E AMBIENTAL**

ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE A PRODUÇÃO DA ARGILA CALCINADA

Nircele da Silva Leal Veloso

Monografia de Especialização, apresentada para obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental. Universidade Federal do Pará.

Orientadora: Prof^ª Msc. Gleicy Karen Abdon Alves Paes.

Belém/PA
2008



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
I CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO HÍDRICA E AMBIENTAL

ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE A PRODUÇÃO DA ARGILA CALCINADA

Nircele da Silva Leal Veloso

Data: 28/02/2008

Orientadora:

Prof^a Msc. Gleicy Karen Abdon Alves Paes

Primeiro membro:

Prof^a Msc. Gabrielle Curcino

Segundo membro:

Prof^o Msc. Marcelo Augusto Moreno da Silva Alves

Belém/PA
2008

*Dedico este trabalho ao meu marido Jean,
aos meus pais, irmãos, sogros, cunhados e
a todos que contribuíram com esta
conquista. Obrigada!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade concedida, a cada dia, em dedicar-me na busca de conhecimento. Agradeço pela vida.

Agradeço meu marido Jean, pela motivação dada no momento certo, e por sempre estar ao meu lado. Eu te amo.

Agradeço meus pais, Luiz Moisés Torres Leal e Terezinha de Jesus da Silva Leal, por todo investimento nos meus estudos, que mesmo em momentos de dificuldades não negaram esforços em contribuir com minha vida acadêmica. Agradeço por todo amor dedicado. Valeu!

Meus irmãos, Roberta e Eduardo, agradeço a vocês pelo companheirismo nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus sogros, Manoel e Eunice, pelo apoio, amor, e compreensão concedidos todos os dias a mim e Jean. Meus cunhados, Marcelo e Manoele, que mesmo estando longe sei que intercedem por nós.

Agradeço ao Eng^o Eurival Rêgo e Cunha por toda solidariedade ofertada.

Agradeço ao meu tutor do Curso de Especialização, Professor Nuno Melo, que me ajudou muito nessa caminhada.

Pela compreensão e confiança, agradeço a Prof^a Msc. Gleicy Karen Abdon Alves Paes que foi muito generosa em contribuir com esse estudo. Muita obrigada Professora!

Agradeço a Prof^a Dr^a Maria Cristina Fogliatti, pela atenção e presteza nos momentos de dificuldades. Ao prof^o Msc. Sandro Filippo, pelo apoio e compreensão. Ao coronel Álvaro pelas explicações sobre a Argila Calcinada e o apoio com material didático fornecido. Mesmo à distância, vocês me ajudaram muito na realização desse estudo. Obrigado Professores!

Agradeço pelo esforço de toda a equipe de professores, estagiários, secretárias, coordenadores do I Curso de Especialização em Gestão Hídrica e Ambiental, vinculado ao Instituto de Geociência da UFPA.

Agradeço a equipe do Destacamento São Jorge/8^o BEC Santarém/PA, Capitão Gazola, Tenente Marcelo e Tenente Raquel Farias, Tenente Gondim, e outros, pelo apoio técnico prestado.

"Que o meio ambiente não seja visto como mais uma camada de dificuldade para o desenvolvimento, mas como a única forma do desenvolvimento ser de fato sustentável para todos os segmentos da sociedade."

Marina Silva

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VI
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE SIGLAS	VIII
1 INTRODUÇÃO	2
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.4 ESTRUTURA.....	4
2 TRANSPORTES E MEIO AMBIENTE	5
2.1 TRANSPORTE NA REGIÃO AMAZÔNICA	7
3 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS AO MEIO AMBIENTE	9
4 A ARGILA CALCINADA	10
4.1 CONCEITOS E HISTÓRICO	11
4.2 CLASSIFICAÇÃO	13
4.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ASAC	14
4.3.2 Usina de Argila Calcificada	16
5 VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ARGILA CALCINADA	19
6 ESTUDOS AMBIENTAIS DA ARGILA CALCINADA	24
6.1 ASPECTOS LEGAIS	24
6.2 IMPACTOS AMBIENTAIS	25
6.2.1 Meio Físico	26
6.2.2 Meio Socioeconômico	28
6.2.3 Meio Biótico	29
6.3 ASPECTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DO ASAC	30
6.3.1 Extração da Argila	31
6.3.2 Calcinação da Argila	32
6.4.3 Resíduos Sólidos.....	33
7 ASPECTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DA BRITA	35
7.1 ASAC VERSUS BRITA	37
8 MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL	39
8.1 MEDIDAS MITIGADORAS	39

8.1.1 Fornos	40
.....	40
8.1.2 Utilização dos Resíduos	41
8.1.2.1. Resíduos de Outros Segmentos.....	41
8.1.2.2. Resíduos Cerâmicos.....	42
8.2 MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO	43
8.2.1 Piscicultura.....	44
8.2.3 Revegetação	45
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
9.1 CONCLUSÕES	48
9.2 RECOMENDAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	50

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.1: Mapa de situação do trecho da BR 163 em construção DNIT (2004)
- Figura 2.1: Inter-relação desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida
- Figura 2.2: Área carente de agregado da região Amazônica
- Figura 3.1: Etapas de elaboração do EIA/RIMA
- Figura 4.1: Regiões estudadas pela pesquisa DNER
- Figura 4.2: Argila Calcinada produzida pelo Instituto Militar de Engenharia - IME
- Figura 4.3: Fluxograma das etapas de produção de agregado de Argila Calcinada
- Figura 4.4: Fases de Produção Argila Calcinada
- Figura 4.5: Usina de Argila Calcinada em funcionamento
- Figura 4.6: Trecho experimental de estabilização de base com Argila Calcinada
- Figura 5.1: Ensaio de Perda de Massa após Fervura
- Figura 5.2: Pilha de Tijolo maciço de Argila Calcinada - Usina em Santarém
- Figura 6.1: Erosões
- Figura 6.2: Utilização de lenha em fornos
- Figura 6.3: Excesso de quebra dos blocos de Argila Calcinada
- Figura 7.1: Beneficiamento da Brita
- Figura 8.1: Forno à lenha e Forno a gás natural
- Figura 8.2: Recuperação como Piscicultura
- Figura 8.3: Processo de Revegetação

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1: Classificação do Agregado Sintético de Argila Calcinada

TABELA 4.2: Sistema de classificação de agregado sintético

TABELA 5.1: Normas do DNIT na fase de caracterização dos solos

TABELA 5.2: Métodos de Ensaio que versam sobre a resistência do agregado - DNIT

TABELA 5.3: Planilha de custos mensais da produção de tijolo maciço na UP

TABELA 5.4: Tabela de Custos Adaptada

TABELA 6.1: Dispositivos legais para mineração

TABELA 6.2: Matriz de classificação dos impactos

TABELA 6.3: Índice de quebra no processo de manuseio/transferência

TABELA 7.1: Principais aspectos e impactos ambientais da lavra a céu aberto

TABELA 7.2: Principais aspectos e impactos ambientais do beneficiamento

LISTA DE SIGLAS

ABC	Associação Brasileira de Cerâmica
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
ALAMBI	Associação para o Estudo e Defesa do Ambiente do Concelho de Alenquer
ASAC	Agregado Sintético de Argila Calcificada
BEC	Batalhão de Engenharia e Construção
CENTRAN	Centro de Excelência em Transportes
CF	Constituição Federal
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTGAS	Centro de Tecnologia do Gás
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EUA	Estados Unidos da América
IME	Instituto Militar de Engenharia
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISC	Índice de Suporte Califórnia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
ONG	Organização Não Governamental
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PAS	Plano Amazônia Sustentável
PCA	Plano de Controle Ambiental
PmaisL	Produção mais Limpa
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental

SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFCE	Universidade Federal do Ceará
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UP	Unidade de Produção

RESUMO

A escassez de agregados pétreos naturais na região amazônica inviabiliza, em termos gerais, a execução de construções. Na busca por alternativas que compensassem essa carência, e que ao mesmo tempo apresentassem desempenho técnico semelhante, surgiu o agregado artificial de Argila Calcinada. As pesquisas sobre esse material estão a cada dia ganhando evidência. Em novembro de 2007, por meio do Exército Brasileiro a Usina de Produção de Agregados Artificiais de Argila Calcinada foi inaugurada, fato que serviu como motivação e aperfeiçoamento dos estudos. O presente trabalho visa o estudo dos impactos ambientais oriundos da produção e utilização desse agregado. A argila, matéria-prima do agregado, é um material proveniente de atividades minerais, estas são essencialmente atividades degradantes ao meio ambiente. O estudo demonstra os riscos ambientais associados às etapas de produção do agregado artificial de Argila Calcinada e suas implicações sobre os meios físico, socioeconômico e biótico. Os aspectos legais e a classificação dos impactos, estão incluídos na análise. Foi realizada a comparação entre os impactos gerados pela produção dos agregados pétreos naturais, Brita, e o agregado artificial de Argila Calcinada. Essa relação foi importante na detecção da viabilidade de uso dos dois materiais. São apresentadas medidas de controle ambiental das atividades de produção de Argila calcinada. A mitigação de danos ambientais é sugerida em fases extração da argila, e durante a queima do agregado, tratamento dos resíduos sólidos. A compensação dos impactos pela reabilitação das áreas devastadas.

Palavras-chave: Estudo dos impactos ambientais, argila calcinada

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os recentes estudos sobre a Argila Calcinada vêm demonstrando o quanto este material pode ser facilmente empregado para diversos fins, ressaltando o seu uso como agregado graúdo em serviços rodoviários, principalmente na substituição da pedra britada nas pavimentações e construções.

A viabilidade técnica e econômica deste material já foram comprovadas a partir de pesquisas anteriores, dentre elas a “Metodologia de produção e emprego de agregados de argila calcinada para pavimentação” (CABRAL, 2005) pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) e a “Caracterização mecânica de misturas asfálticas confeccionadas com Agregado Sintético de Argila calcinada quanto à deformação permanente” (NUNES, 2006) pela Universidade Federal do Ceará (UFCE), contudo os estudos sobre os reflexos ambientais provenientes da sua aplicação, são muito escassos.

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O atual modelo de gestão dos recursos naturais propõe uma aliança entre as inovações tecnológicas e a redução de impactos ambientais para a consecução do desenvolvimento sustentável. A análise de novos materiais de construção através da fomentação do desenvolvimento tecnológico e a mitigação dos efeitos nocivos causados ao meio ambiente são exemplos de aplicação desse modelo de gestão.

Os incentivos aos estudos e o aprimoramento das técnicas de produção da Argila Calcinada se dão devido à busca por um material que pudesse substituir, com semelhante desempenho técnico, agregados pétreos, como a Brita, nos serviços de pavimentação das rodovias em regiões com limitações desse tipo de agregado.

O estudo teve por base trabalhos publicados sobre a Argila Calcinada e visitas técnicas realizadas às obras de construção da BR 163 (Santarém-Cuiabá), durante a fase de terraplenagem de um trecho com 20 km de extensão, sob execução do 8º Batalhão de Engenharia e Construção (BEC) do Exército Brasileiro, conforme figura abaixo.

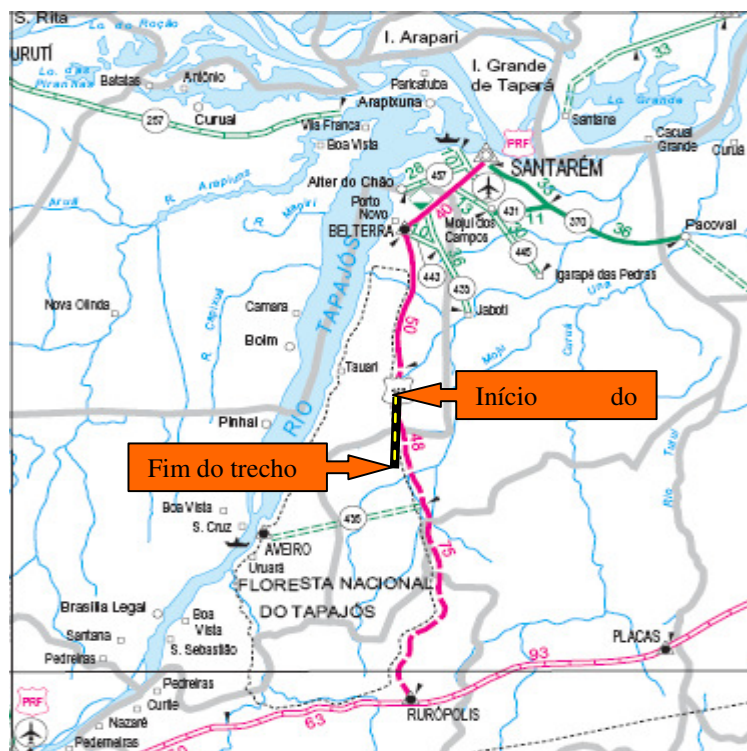


Figura 1.1: Mapa de situação do trecho da BR 163 em construção DNIT (2004)

A análise do desempenho ambiental do ASAC é de extrema importância para a comprovação de sua eficiência técnica-ambiental, principalmente por utilizar matéria-prima em abundância na Amazônia, região muito suscetível às interferências ambientais com reflexos mundiais, bem como pela perspectiva de ampliação do seu uso nas obras rodoviárias no Brasil e no contexto internacional.

1.3 OBJETIVOS

- ⇒ Reconhecer qualitativamente os benefícios e/ou prejuízos ambientais decorrentes do uso do Agregado Sintético de Argila Calcinada;
- ⇒ Expor a gestão ambiental no processo de produção desse agregado;
- ⇒ Avaliar a viabilidade ambiental do seu emprego em detrimento da Brita no campo da engenharia rodoviária;
- ⇒ Auxiliar a visualização de parâmetros técnicos que tragam subsídios para a avaliação dos impactos ambientais oriundos da produção e uso desse material;
- ⇒ Levantar algumas medidas de controle ambiental que compensem os prejuízos ambientais encontrados nos processos de produção.

1.4 ESTRUTURA

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

O Capítulo 1 apresenta as considerações iniciais, justificativas e relevância, objetivo e a estrutura do estudo.

O Capítulo 2 trata da relação entre os transportes e o meio ambiente, onde são enfatizados os impactos sobre a região Amazônica. A influência da implantação dos sistemas de transportes no desenvolvimento socioeconômico e os reflexos no meio ambiente.

O Capítulo 3 menciona os preceitos legais básicos sobre o meio ambiente, as etapas dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) e procedimentos relacionados ao sistema de licenciamento ambiental.

O Capítulo 4 fornece os aspectos legais, definições e conceitos sobre a Argila Calcificada, bem como o processo de produção do Agregado Sintético de Argila Calcificada.

O Capítulo 5 informa de modo geral os últimos estudos realizados sobre a Argila Calcificada, trazendo consigo o estudo do estado da arte.

O Capítulo 6 e 7 apresentam as pesquisas que comprovam sua viabilidade técnica e econômica e os estudos ambientais da produção do Agregado Sintético de Argila Calcificada sobre os meios físicos, socioeconômico e biótico, bem como a classificação dos impactos.

O Capítulo 8 menciona os aspectos ambientais da exploração de pedreiras para fins de obtenção de materiais de construção.

O Capítulo 9 traz a uma breve comparação entre os impactos ambientais oriundos da exploração das pedreiras e o agregado artificial de Argila Calcificada.

O Capítulo 10 trata sobre as medidas de controle ambiental, mencionando algumas medidas mitigadoras e exemplos de medidas de recuperação de áreas degradadas com a retirada de argila.

O Capítulo 11 apresenta as considerações e aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos no Curso de Especialização, as conclusões sobre os estudos e recomendações para pesquisas futuras.

2 TRANSPORTES E MEIO AMBIENTE

A construção de caminhos e estradas foi considerada fator principal para que o homem se relacionasse em sociedade. Criar vias para o seu deslocamento e escoamento da produção tornou-se essencial para a comunidade que almejava o desenvolvimento. Esta inter-relação pode ser vista na Figura 2.1. Com essa inter-relação é possível notar influências no sistema ambiental físico, químico, biológico e sócio-econômico.

Com o decurso do tempo, a industrialização trouxe a necessidade de implantação de sistemas de transportes eficazes, os quais viabilizassem o crescimento econômico, o desenvolvimento tecnológico e o progresso social. A sociedade sofreu as transformações em seus padrões e na qualidade de vida. (BRANDÃO, 1996).

O escoamento da produção das indústrias, a expansão do comércio, a dinâmica de ocupação dos espaços, a localização dos centros urbanos, a facilidade de mobilidade e as inovações tecnológicas são exemplos dos impactos benéficos oriundos de uma rede de transporte bem estruturada.

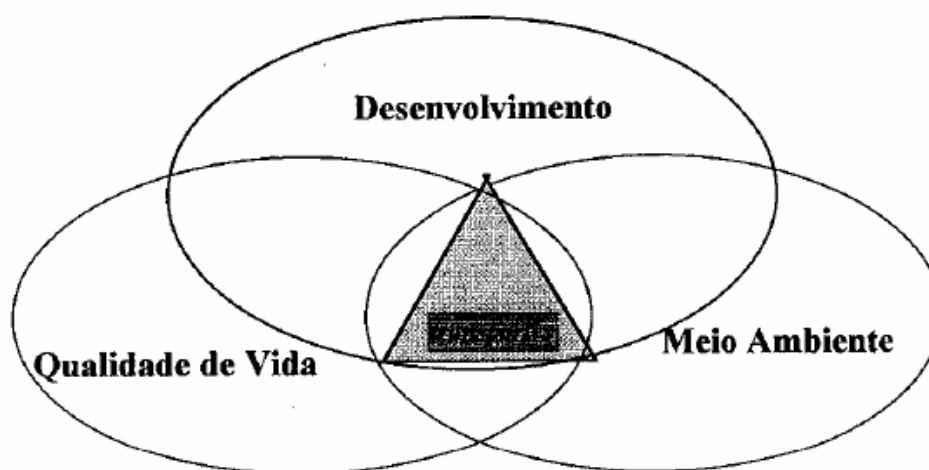


Figura 2.1: Inter-relação desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida. (BRANDÃO, 1996)

Questões relacionadas ao meio ambiente, ganharam força primeiramente em âmbito internacional. Um exemplo foi no século XIV em Londres com a produção e transporte de carvão, a qual objetivava garantir que o crescimento econômico não implicasse necessariamente em aumento da poluição. (MATTA, 2006)

Com a percepção dos impactos ambientais devido às alterações antropogênicas trazidas com a implantação de modais de transportes sejam rodoviários, hidroviários ou ferroviários, iniciou-se a corrida por medidas corretivas e preventivas que mitigassem a degradação ambiental.

Com o fomento da legislação ambiental brasileira a partir da década de 80, inicialmente pela Lei nº. 6938/81 a qual forneceu diretrizes para a Política Nacional do meio ambiente, Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a Constituição Federal de 1988, bem como a formação de um arranjo administrativo com os órgãos públicos e as Organizações Não Governamentais (ONG's), foi possível acompanhar uma evolução na gestão ambiental dos empreendimentos passíveis de poluição ao meio ambiente.

Na busca por meios produtivos e tecnologias ecoeficientes, os projetos de empreendimentos começaram a prezar pelo uso sustentável dos recursos naturais objetivando o mínimo de degradação ao meio ambiente. “O desenvolvimento é, ecologicamente sustentável, quando as melhorias de um contínuo bem-estar social não são impedidas pela deterioração do meio ambiente.” (ALBANO et al, s.d.).

O sistema de transporte brasileiro é composto basicamente pelo modal rodoviário. Segundo a Confederação Nacional de Transporte (CNT) em 2007, o país possuía cerca de 60.000km de rodovias federais pavimentadas e aproximadamente 15.000km não pavimentados. Conforme o DNIT, em 2006, a região Norte possuía 6.000km pavimentados e cerca de 8.500km não pavimentados.

Os impactos ao meio ambiente provocados pelos sistemas de transportes ocorrem de maneira diferenciada nas distintas fases de planejamento, projeto, construção e operação, relacionadas aos mesmos. (GEIPOT, 1992 apud FOGLIATTI et al, 2004). Na maioria das vezes são: erosões, assoreamento de cursos d'água, desmatamentos, poluição sonora, visual e do ar, vibrações, alterações climáticas, impactos sobre a biota.

A gestão ambiental dos empreendimentos rodoviários é de extrema importância. O Ministério dos Transportes, por meio do Departamento Nacional de Infra-estrutura em Transportes (DNIT), atua no sentido de sincronizar a execução de empreendimentos e a administração de seus impactos.

É necessário ter a certeza que as ações tenham por fim a prevenção, o controle e o monitoramento dos danos e que o planejamento das ações almejem o desenvolvimento econômico das regiões aonde as estradas são implantadas.

2.1 TRANSPORTE NA REGIÃO AMAZÔNICA

A partir da década de 70, durante os governos militares, a Amazônia foi objeto de projetos que buscavam sua integração ao resto do país. Os ideais militares sustentavam a teoria da necessidade de ocupação efetiva que visasse garantir o domínio sobre possíveis invasões ao solo brasileiro. O lema era: “Integrar para não Entregar”. É possível mencionar exemplos dessas ações:

- ⇒ A implantação da BR 230, mais conhecida como Transamazônica que liga a Amazônia com as regiões Nordeste e Sudeste, além de interligar os principais portos fluviais dos afluentes navegáveis do Rio Amazonas.
- ⇒ A BR 163 (Cuiabá – Santarém), uma das maiores rodovias brasileira, onde sua total construção é de total importância para o escoamento da produção para as regiões Norte e Centro-Oeste.
- ⇒ A BR 319 (Manaus – Porto Velho), também é uma importante rodovia que viabilizou o escoamento da produção do sudeste da Região Amazônica através do porto de Manaus.

A construção destas rodovias, ao mesmo tempo em que trouxe progresso a uma região tão desfavorecida de aparatos públicos, propiciou o aumento da devastação dos recursos naturais (renováveis e não-renováveis). As áreas de influência dos impactos provocados foram e vão muito além das margens das rodovias, “ocorrem em uma faixa de 100 km de largura ao longo das rodovias.” (NEPSTAD et al, 2000).

Este dilema se estende até hoje. Como realizar o desenvolvimento de certa região sem prejudicar o meio ambiente?

O grande desafio do mundo atual é conseguir a viabilidade de ação conjunta do desenvolvimento econômico com a conservação do meio ambiente resultando no desenvolvimento sustentável. É alcançar com uso racional e eficiente, a perfeita harmonia entre o meio ambiente natural e o meio ambiente social. (FOGLIATTI et al, 2004).

Neste início de século, modelos de desenvolvimento para a região Amazônica são alvos de muitos investimentos financeiros. Programas direcionados à infra-estrutura do país têm sido apresentados recentemente, como exemplo o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), Plano Amazônia Sustentável (PAS). Recursos estão sendo direcionados para a construção e conservação de rodovias, portos, eclusas e ferrovias.

Segundo BATISTA (2004), os estudos de engenharia de transportes realizados para a região Amazônica devem considerar certas peculiaridades que a diferenciam do contexto econômico brasileiro e cujas soluções requerem equacionamentos diferenciados.

Com todo o celeiro natural presente na Amazônia, os programas voltados para a estrutura viária devem estar pautados na questão ambiental, na viabilização de alternativas que garantam a preservação do meio ambiente, o equilíbrio ecológico, a valorização da biodiversidade e a manutenção dos recursos naturais. As medidas a serem implantadas devem sempre prever o uso sustentável da Amazônia.

O entendimento diferenciado quanto aos estudos e aplicações dos sistemas de transportes na região amazônica se deve, entre outros motivos, a restrição, em certas áreas, de agregados pétreos de qualidade que são largamente utilizados em várias etapas dos serviços rodoviários, ver Figura 2.2.

As peculiaridades geológicas e pedológicas da Amazônia contribuem com a situação. “Como mais da metade de sua área é coberta por espessa camada de sedimentos quaternários e terciários, não consolidados, são poucas as ocorrências de agregado natural, quase todas situadas em regiões de difícil acesso e afastadas dos centros consumidores.” (BATISTA, op. cit).

A escassez e as longas distâncias das jazidas das rochas minerais, que apresentam características técnicas que viabilizem seu uso como agregados britados, levam estudiosos a buscar alternativas que minimizem os impactos econômicos e ambientais.

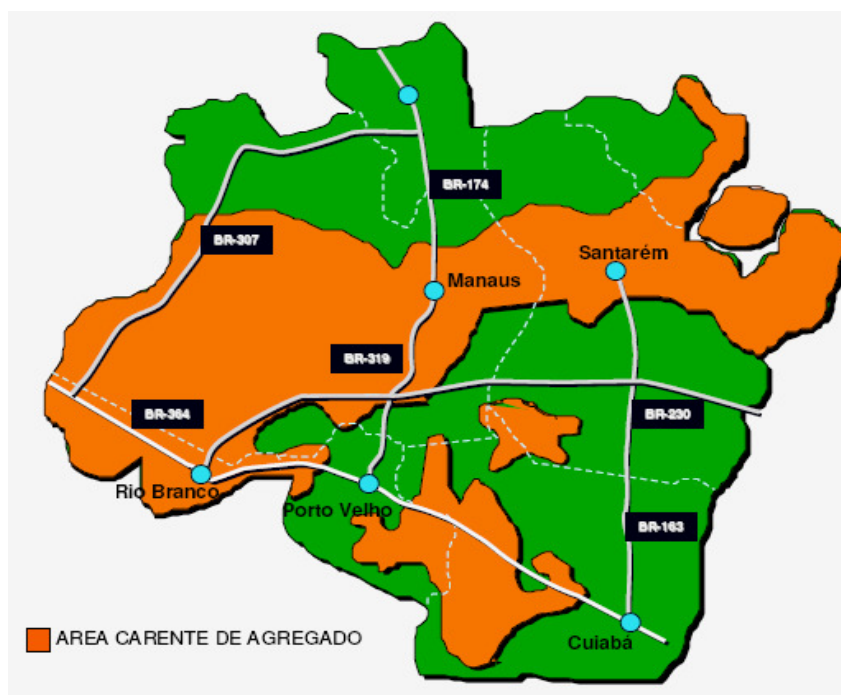


Figura 2.2: Área carente de agregado da região Amazônica (VIEIRA, 2000 apud BATISTA, 2004)

3 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS AO MEIO AMBIENTE

Nas últimas décadas o sistema normativo brasileiro tem sofrido várias alterações a fins de promover o estabelecimento de políticas públicas incisivas voltadas aos estudos, diagnósticos e avaliações dos impactos envolvidos nos processos de instalações de empreendimentos, os quais possam causar a degradação ambiental por meio de atividades com níveis de poluição altos.

Dentro desse universo legal é possível citar a Lei 6.803/80, a qual retratou o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) como ferramentas úteis na previsão de grandes impactos ambientais, ver figura abaixo. Com a instituição da Política Nacional de Meio Ambiente, um ano depois, a intenção do governo foi ratificada e assim vinculou-se a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) ao sistema de licenciamento ambiental.

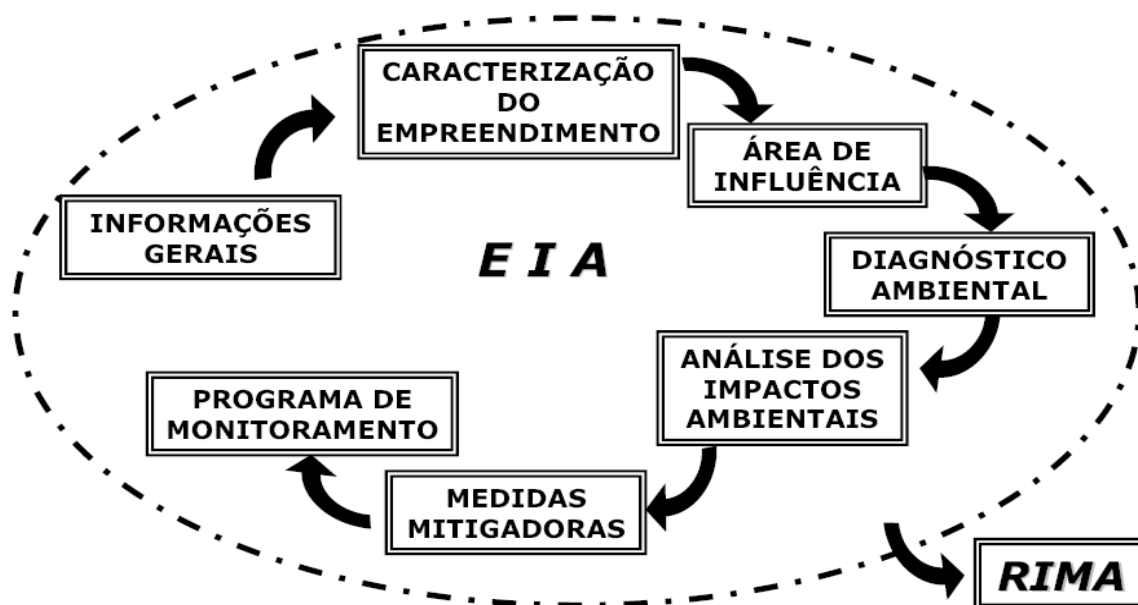


Figura 3.1: Etapas de elaboração do EIA/RIMA (MORALES, 2006)

O CONAMA foi o órgão eleito para deliberar as devidas ações para o efetivo desenvolvimento da avaliação quantitativa e qualitativa dos impactos ambientais. Com a Resolução CONAMA 001/86 foram regulamentadas as orientações e os critérios para o desenvolvimento dos Estudos de Impacto Ambiental.

A Resolução CONAMA 001/86 configura importante avanço na legislação ambiental brasileira. Subordina a chamada Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) para atividades modificadoras da paisagem e potencialmente poluidoras, como a construção de rodovias, aeroportos, barragens, mineração entre outras, tendo ainda a obrigatoriedade de realizar um Licenciamento Ambiental através da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental acompanhado de seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA / RIMA). (DIAS, 2001 apud POVIDELO e NETO, 2006).

A importância da conservação do sistema ambiental também pôde ser demonstrada através da Constituição Federal (CF) de 1988, a qual determinou a realização de Estudos de Impactos Ambientais para atividades produtivas que ocasionassem impactos significativos ao meio ambiente, para assim assegurar o equilíbrio ecológico da área de influência do empreendimento.

O licenciamento ambiental atua como dispositivo obrigatório na fase de concepção de um empreendimento que comprometa o equilíbrio ambiental da localidade que está inserido. Este instrumento apresenta procedimentos específicos que visam garantir que medidas eficientes sejam implantadas no controle do desenvolvimento sustentável.

De acordo com a Resolução CONAMA 237/97, que trata dos procedimentos para o licenciamento ambiental, há três tipos de licenças expedidas pelo órgão ambiental:

- ⇒ Licença Prévia (LP) que é requisito para a fase preliminar do planejamento da atividade;
- ⇒ Licença de Instalação (LI) é a que autoriza o início da implantação dos serviços;
- ⇒ Licença de Operação (LO) é a licença que permite os inícios dos trabalhos extrativos.

A não observância aos preceitos legais acarretará aos infratores as sanções previstas no arcabouço jurídico brasileiro. A Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98 e as leis nº 6.938/81 e a nº 7.805/89, regulamentadas pelos Decretos nº 99.274/90 e nº 98.812/90 e demais leis específicas tanto no âmbito estadual quanto municipal, regulam sobre as penalidades oriundas do desrespeito ao direito ambiental, tão almejado na CF de 88.

4.1 CONCEITOS E HISTÓRICO

A Argila Calcinada é um agregado artificial preparado através do processo da calcinação (queima) da argila. Segundo o extinto Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER), atual DNIT, Agregado Sintético Graúdo de Argila Calcinada é agregado graúdo fabricado de argila mediante processo térmico com elevada temperatura (acima de 760°C). (DNER, 1994)

NASCIMENTO (2005) define Agregado Artificial de Argila Calcinada como aquele proveniente da transformação de um solo ou folhelho argiloso previamente processado, em um material inerte e com resistência mecânica satisfatória a uma determinada finalidade.

Antes de tecer argumentações sobre a Argila Calcinada é importante comentar que este agregado nasceu da tentativa de produção da Argila Expandida, “que é a argila levada a temperaturas entre 1100°C e 1300°C, onde há a expansão do volume através da incorporação de ar.” (BATISTA, 2004). Verificou-se que a argila apresentava boas propriedades mecânicas mesmo sendo aquecida a temperaturas menores, fato que também possibilitava a redução dos custos de fabricação e a redução dos impactos ambientais com a produção.

Os primeiros estudos envolvendo a queima da argila ocorreram nos Estados Unidos da América (EUA) a cerca de 90 anos. A argila foi utilizada como solução em defeitos nas propriedades físicas de tijolos. Com o avanço dos estudos, seu uso ampliado em concretos leves e na pavimentação.

Os estudos brasileiros tiveram início entre 1978 a 1981 quando o DNER, através do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), publicou o relatório sobre Viabilidade de Implantação da Fábrica de Argila Expandida na Região Amazônica. Foram realizados estudos geológicos, coleta de material em jazidas em várias localidades da região amazônica (Fig. 4.1), a fim de submeter as amostras a ensaios de investigações das características físicas.

As pesquisas de engenharia realizadas pelo DNER (1981), foram subdivididas em três setores: materiais, indústria e aplicação. Os resultados dos setores mostraram que a implantação de uma fábrica de Argila Expandida era viável para a realidade amazônica.

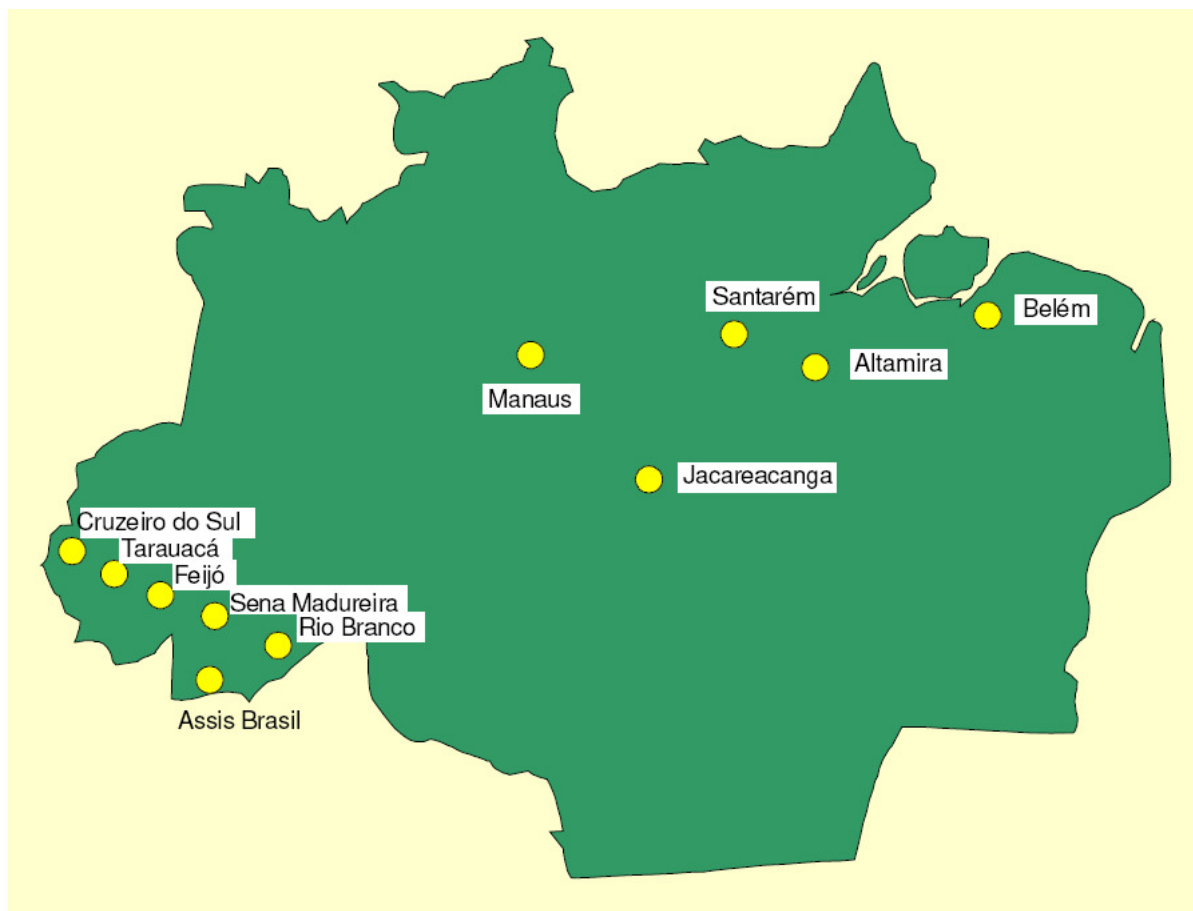


Figura 4.1: Regiões estudadas pela pesquisa (DNER, 1981 apud BATISTA, 2004)

No Brasil a aplicação da Argila Calcinada ainda é limitada. O IME/Exército Brasileiro está com linhas de pesquisas, desde 1997, que tratam de experiências sobre sua aplicação, viabilidade técnica e econômica. Tais pesquisas versam, desde a produção artesanal do agregado, até metodologias de produção em larga escala e demonstram resultados quanto à dosagem de misturas asfálticas com ASAC e o seu comportamento mecânico, entre outros.

Os avanços das pesquisas realizadas sobre esse assunto possibilitaram o depósito do pedido de patente desta inovação tecnológica, junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial, sob o registro PI0405979-4. Entretanto, este pedido foi com intuito exclusivo de garantir a continuidade do projeto científico e proteger este processo inventivo em benefício da engenharia viária da região amazônica. (CABRAL e VIEIRA, 2006).

As pesquisas não se restringem ao IME. Outras instituições têm promovido estudos sobre a aplicação da Argila Calcinada:

⇒ UFAM, 2004 “Caracterização de Solos para a Obtenção de Agregados Sintéticos de Argila Calcinada”;

- ⇒ UFRJ, 2005 “A Utilização de Agregados de Argila Calcinada em Pavimentação - Uma alternativa para o estado do Acre”;
- ⇒ UFCE, 2006 “Caracterização Mecânica de Misturas Asfálticas Confeccionadas com Agregados Sintéticos de Argila Calcinada quanto a Deformação Permanente”.

Como alternativa de substituição de agregados pétreos, a Argila Calcinada encontrou um grande cenário para seu desenvolvimento na Amazônia. Além de apresentar custos inferiores em relação aos agregados pétreos, os recursos ambientais, para sua produção, encontram-se em abundância na região devido à disposição geológica da região. As variedades dos solos finos constituem um atrativo a mais para a fabricação desse agregado.

4.2 CLASSIFICAÇÃO

De acordo com a Especificação de Material DNER-EM 230/94, os Agregados Sintéticos de Argila Calcinada (ASAC) se classificam em duas classes, conforme suas propriedades expansivas: expandidas, Classe I e não expandidas, Classe II. Cada classe por sua vez se divide em três grupos conforme a tabela 4.1.

TABELA 4.1: Classificação do Agregado Sintético de Argila Calcinada (DNER-EM 230/94)

Classificação		Massa unitária (t/m ³)	
Classe	Grupo	Máx.	Mín.
I	A	0,880	0,560
	B	0,880	0,560
	C	0,880	0,560
II	A	-	0,880
	B	-	0,880
	C	-	0,880

É possível direcionar o uso mais comum dos Agregados de Argila Calcinada conforme sua Classe e Grupo, conforme tabela abaixo:

TABELA 4.2 : Sistema de classificação de agregado sintético (DNER –ES 227/89)

UTILIZAÇÃO	CLASSE E GRUPO
Tratamentos superficiais	IA
Revestimento de concreto asfáltico	IA, IIA
Bases de concreto asfáltico	IA, B, C ; IIA, B, C
Estruturas e Expostas de concreto de Cimento Portland leve	IA
Pavimentos e concreto de Cimento Portland não expostos	IA, B; IIA, B
Materiais de bases	Todos

4.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ASAC

A maior dificuldade de se estudar em laboratório e no campo os agregados artificiais de Argila Calcinada advém da inexistência de fábricas que produzam esses agregados em grandes quantidades e vários tamanhos (NASCIMENTO, 2005).

A produção experimental sobre ASAC e os estudos sobre a implantação de unidade de produção em escala industrial, proporcionaram o desenvolvimento de metodologias que racionalizam os processos construtivos. A figura 4.2 apresenta uma amostra de Argila Calcinada produzida nos laboratórios do IME.



Figura 4.2: Argila Calcinada produzida pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) (CABRAL, 2005).

Com a recente inauguração da Usina de Argila Calcinada em Santarém promovida pelo 8º BEC/Exército Brasileiro, os estudos e a aplicação desse material nos serviços rodoviários serão aperfeiçoados, pois a fidelidade dos procedimentos construtivos da Argila Calcinada, em detrimento da produção em laboratório, promoverá a eficácia de seu uso.

A produção desse agregado é muito semelhante aos processos usados pela indústria ceramista e as olarias na obtenção de tijolos, blocos e telhas, a chamada cerâmica vermelha ou estrutural, pois “segundo estudos realizados pelo DNER (1981), acredita-se que em geral as amostras propícias para a fabricação de cerâmica vermelha são também aptas para a fabricação de agregados artificiais de argila”. (BATISTA, 2004).

O fluxograma da figura 4.3 sintetiza as fases do ciclo de produção da Argila Calcificada.

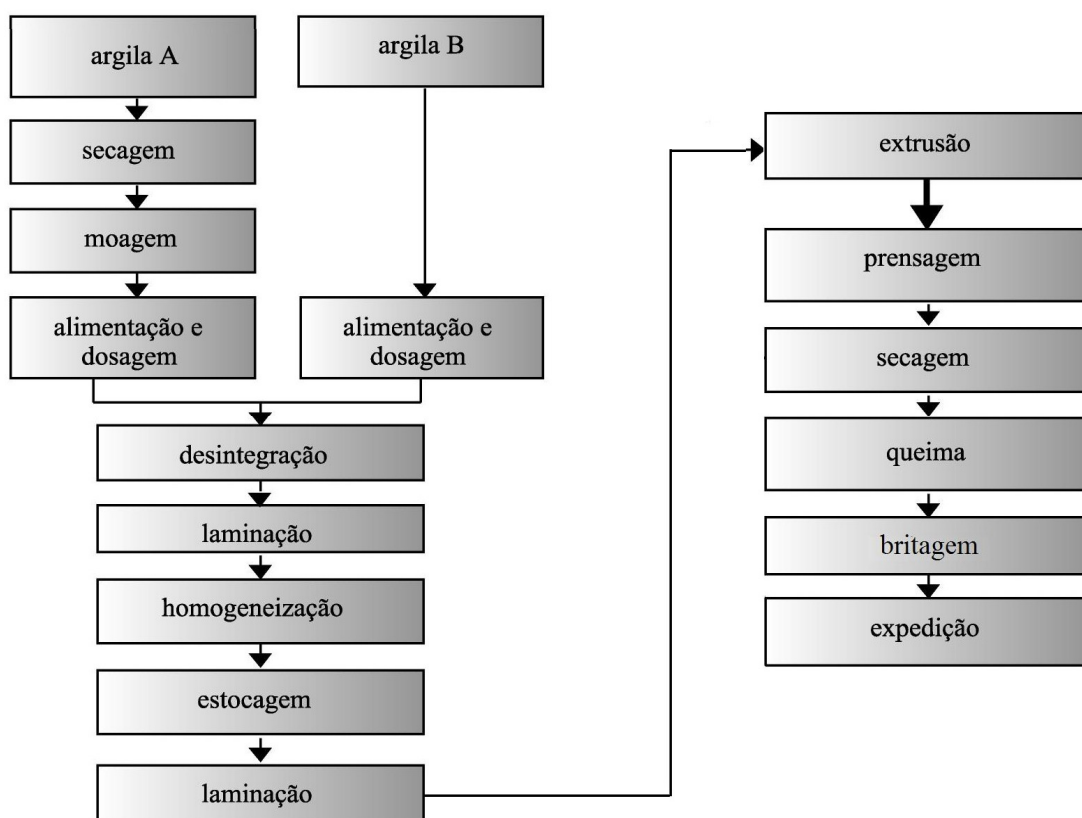


Figura 4.3: Fluxograma das etapas de produção de agregado de Argila Calcificada (CABRAL, 2005).

Depois de analisadas as propriedades químicas, físicas e mineralógicas da jazida, ou seja, sua caracterização, posteriormente detalhada no capítulo 6, realiza-se a extração da matéria-prima de acordo com os condicionantes ambientais. Por seguinte, ocorre a preparação e dosagem da matéria-prima.

Com a finalidade de fragmentar os blocos de argila é realizada a desintegração com rolos corrugados e lisos. Na seqüência, a laminação é executada, porém apenas com rolos lisos, objetivando deixar a massa de argila com formato de lâminas. Após isso, ocorre a

homogeneização da argila. Caso haja excesso de umidade, é realizada a devida correção estocando a massa por determinado período.

Novamente a massa argilosa passa por laminação com a finalidade de melhorar a fase de extrusão da mistura. Na extrusão, a mistura é comprimida contra boquilhas que moldam o formato da peça. Após esta fase, há a secagem, onde as peças são expostas à ventilação durante 12 a 48 horas.

Após a eliminação da umidade as peças são queimadas em fornos a temperaturas entre 760°C e 900°C pelo intervalo de tempo determinado, nessa fase há a calcinação do agregado. Logo depois, há o resfriamento das peças até que seja possível seu manuseio. Em seguida, o material é encaminhado a central de britagem, onde haverá a divisão granulométrica do agregado. A partir desse momento, o Agregado de Argila Calcificada é classificado e separado para o uso. A figura 4.4 sintetiza as fases de produção da Argila Calcificada.

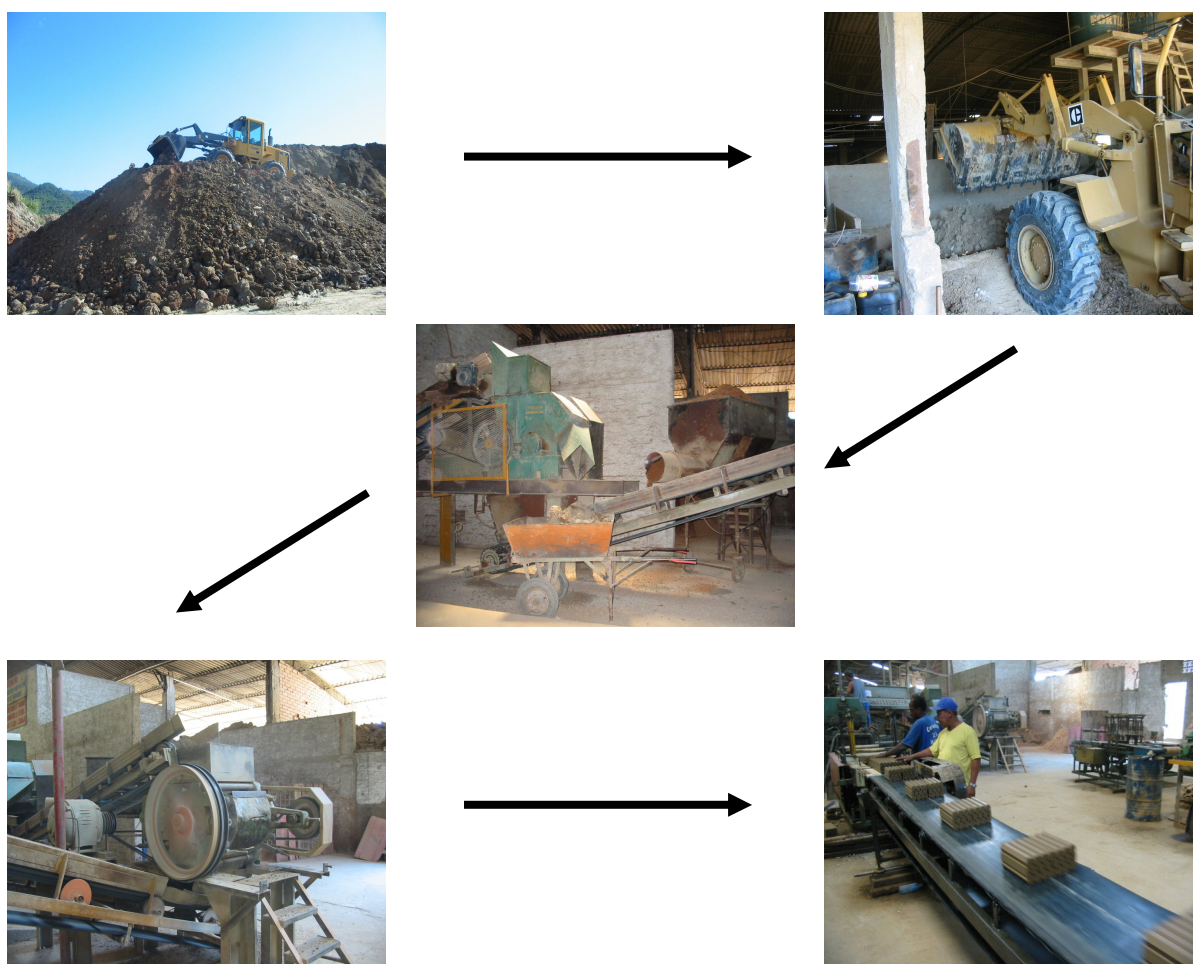


Figura 4.4: Fases de Produção de Argila Calcificada (SANTOS et al, 2007)

O processo de fabricação de agregados de argila consiste basicamente em se aquecer, em fornos próprios, a matéria-prima (argila) moldada ou não em pelotas, conservando o aquecimento por um determinado período de tempo, seguindo-se o resfriamento do produto, o qual poderá ser posteriormente britado ou não e classificado de acordo com as bitolas usuais, para distribuição e emprego nas diversas utilizações BATISTA (2004).

4.3.2 Usina de Argila Calcinada

Fazendo parte dos incentivos dados a esses estudos, o DNIT e o Exército Brasileiro, em novembro/2007, inauguraram em Santarém/PA, junto às instalações do 8º BEC, a Usina de Argila Calcinada. Esse empreendimento objetiva a produção de Argila Calcinada em escala industrial. Em visita a referida usina, pôde-se constatar seu funcionamento, conforme figura 4.5.



Figura 4.5: Usina de Argila Calcinada em funcionamento

Segundo FARIAS (comunicação pessoal), a Brita de Argila Calcinada está sendo utilizada em caráter experimental num trecho de 1000m no segmento de 20 km da BR 163/PA, em fase de construção, ver figura 4.6. Sua aplicação concentra-se na etapa de estabilização da camada da base, onde corresponde a 30% do material laterítico usado.

De acordo com os profissionais envolvidos na execução dos serviços, a Argila Calcinada está apresentando os resultados esperados. “Há facilidade na mistura e acabamento da camada, os índices físicos foram aceitáveis, como o Limite de Liquidez abaixo de 40%, Índice de Plasticidade menor de 15% e o Índice de Suporte Califórnia (ISC) comparados a solos tradicionais”.



Figura 4.6: Trecho experimental de estabilização de base com Argila Calcinada

Ainda a respeito de segmentos experimentais, conforme SANTOS et al (2007), fora realizada uma pista na cidade universitária, Ilha do Fundão/RJ com extensão de 100,0 m, com largura de 7,0 m e 10,0 cm de espessura de revestimento.

Segundo o supracitado autor, o experimento propiciará uma melhor avaliação dessa fase, pois possibilitará a apropriação de custos de todas as etapas envolvidas, desde a extração da matéria-prima a sua utilização como agregado para uso em base ou revestimento de um pavimento.

De acordo com SANTOS (comunicação pessoal), os custos de produção estão sendo levantados. Apesar de não ter havido tempo hábil para avaliação funcional e estrutural, o pavimento apresentou boas características visuais e espera-se que a taxa de ligante na mistura betuminosa tenha sofrido alteração comparada aos agregados tradicionais.

5 VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ARGILA CALCINADA

A avaliação aqui apresentada está fundamentada nos estudos sobre a viabilidade técnica e econômica da Argila Calcinada realizados por mestrandos do IME. A metodologia desses estudos foi baseada em ensaios, produção experimental em laboratório e aplicação das normas que ditam os procedimentos.

As pesquisas realizadas objetivaram a análise das propriedades físicas, químicas, térmicas e mineralógicas da matéria-prima, a classificação do produto final, o desempenho deste material em diversas etapas produtivas, índices e padrões técnicos por fim a máxima caracterização da Argila Calcinada.

Os ensaios preliminares identificam se a argila possui características físicas suficientes para seu processamento em Argila Calcinada. As normas do DNIT que versam sobre a caracterização dos solos, determinam a concretização dos ensaios conforme tabela 5.1.

TABELA 5.1: Normas do DNIT na fase de caracterização dos solos

DNER-ME 041/94	Preparação de amostra para caracterização
DNER-ME 051/94	Análise granulométrica
DNER-ME 082/94	Determinação do limite de plasticidade

A fase seguinte é a execução dos ensaios complementares que aferem as propriedades químicas, térmica e mineralógica da argila.

“A análise química da matéria-prima para a produção do agregado deverá conter, pelo menos, e não exclusivamente os argilos-minerais, tais como o SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, entre outros.” (SILVA, 2006). A qualidade do agregado de Argila Calcinada está relacionada com sua constituição química que também apresenta influências com a temperatura de calcinação.

A composição mineralógica do solo impõe reflexos no desempenho do agregado. “A matéria-prima deve conter, pelo menos, de forma predominante, a illita, caulinita ou a montmorilonita, independente do percentual que esta predominância seja observada.” (CABRAL, 2005).

A partir dessa fase, o objetivo é diagnosticar a Resistência Mecânica da amostra e assim determinar o nível de resistência que o agregado de Argila Calcinada possui. A

metodologia empregada é a realização dos ensaios, propostos pelo DNIT, que avaliam a resistência do agregado e a seleção da matéria-prima, conforme a tabela 5.2.

TABELA 5.2: Métodos de Ensaios que versam sobre a resistência do agregado (DNIT)

Ensaio	Discriminação	Limites
DNER-ME 222/94	Agregado sintético fabricado com argila – desgaste por abrasão	< 50%
DNER-ME 225/94	Agregado sintético de argila – determinação da perda de massa após fervura	< 6%
DNER-ME 197/97	Agregados – determinação da resistência ao esmagamento de agregados graúdos	< 40%
DNER-ME 081/97	Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregados graúdos	Absorção < 18%
DNER-ME 096/97	Agregado graúdo – avaliação da resistência mecânica pelo método dos 10% de finos	> 60 kN

A determinação do desgaste na água após fervura é o mais decisivo na seleção e classificação dos agregados de argila. “O teste consiste em se ferver os agregados a serem ensaiados em uma panela de pressão, ver figura 5.1, medindo-se depois a porcentagem de desgaste dos mesmos após agitação com água em um agitador de peneiras.” (BATISTA, 2004)



Figura 5.1: Ensaio de Perda de Massa após Fervura (BATISTA, op. cit)

Por meio dos resultados, a base de dados gerada por tais estudos demonstra relativamente a excelência técnica deste tipo de agregado artificial na aplicação de

experimentos, em detrimentos da utilização de jazidas de rochas minerais que sejam capazes de fornecer agregados britados ou não, assim descritos:

- ⇒ Existe uma tendência em aumentar a densidade, diminuir a porosidade e a absorção com o aumento da temperatura de queima (NASCIMENTO, 2005);
- ⇒ O agregado de Argila Calcificada apresenta uma considerável absorção. Esta deficiência pode vir a ser suprida com o aumento da temperatura de calcinação (CABRAL, 2005);
- ⇒ Que a utilização da Argila Calcificada, conforme a Especificação de Serviços DNER-ES 227/89, principalmente em misturas betuminosas, pode levar a insucessos pois não são levadas em considerações à porosidade e a absorção do material (NASCIMENTO, op. cit);
- ⇒ A aplicação da Argila Calcificada como componente das misturas betuminosas, com correções à absorção, nas camadas da base, como agregado-solo, para estabilizar a base, entre outros serviços da engenharia rodoviária.
- ⇒ Em corpos-de-prova em concreto asfáltico com ASAC verificou-se uma redução não significativa em relação aos concretos asfálticos com agregados tradicionais. Revelou-se que os ensaios quanto a Vida de Fadiga foram satisfatórios; (BATISTA, 2004);
- ⇒ O nível de endurecimento, para fins de Cimento Asfáltico de Petróleo, é maior para agregados de Argila Calcificada comparados com seixo; Relatou-se que misturas confeccionadas com ASAC possuem menor potencial de desenvolver deformações permanentes quando comparadas com a mistura padrão utilizando seixo. (NUNES, 2006);

De posse desses resultados e também pelos exemplos de aplicação do ASAC em pistas experimentais, é possível comprovar a viabilidade técnica do material. É importante ressaltar que o uso da Argila Calcificada só se justifica quando há indisponibilidade de agregados naturais ou ainda quando as distâncias de transporte são grandes.

A análise financeira foi realizada comparando os valores de custo do m³ da Argila Calcificada e da pedra britada. Os parâmetros estudados levam em conta a estimativa do custo de produção e foi exposto por CABRAL (2005) e demonstrados na tabela 5.3.

O autor supracitado estipulou uma unidade padrão de produção (tijolo maciço) e converteu os gastos em custos diretos e indiretos, bem como a elaboração de uma planilha de insumos da Unidade de Produção – UP com a fabricação do agregado na cidade de Santarém (PA).

TABELA 5.3: Planilha de custos mensais da produção de tijolo maciço na UP (CABRAL, 2005)

Item de Custo	Valor Mensal
Folha de pagamento	R\$ 5.200,00
Argila	R\$ 4.055,69
Frete da Argila	R\$ 2.703,79
Energia da fábrica	R\$ 5.110,59
Lenha com frete	R\$ 3.500,00
Manutenção	R\$ 1.068,63
Combustível	R\$ 1.234,25
Encargos sociais	R\$ 1.270,34
Diversos	R\$ 1.805,00
Propaganda	R\$ 1335,00
Transporte	R\$ 284,65
Peças	R\$ 480,00
Telefonia	R\$ 338,72
Material de escritório	R\$ 124,74
Uniformes	R\$ 300,00
Associação e Sindicato	R\$ 189,45
Médico do trabalho	R\$ 480,00
Internet	R\$ 30,00
Água	R\$ 29,37
SOMA	R\$ 29.540,22

Sabendo que os itens de custo levam em consideração o peso, que a produção é cerca de 486 toneladas de tijolo maciço, a massa específica aparente = $1,05 \text{ ton/m}^3$, o fator de conversão (limite inferior) = 0,25, fator de conversão (limite superior) = 0,60, cálculos são efetuados e induzem conclusão apresentada na tabela 5.4.

TABELA 5.4: Tabela de Custos Adaptada (CABRAL, 2005)

Custo/ton	R\$ 60,78
Custo/m ³	R\$ 63,82
Custo/m ³ britado (limite inferior)	R\$ 51,06
Custo/m ³ britado (limite superior)	R\$ 39,89

Segundo os pesquisadores do IME, o preço da Brita na região de Santarém é cerca R\$ 100,00/m³. Como o preço da Argila Calcinada gira em torno de R\$ 40,00 a R\$ 50,00, é possível contabilizar uma redução de quase 50% nos custos, o que corresponde a excelentes vantagens financeiras frente a grande demanda de material, como mostra figura 5.2.

Nos estudos de NUNES (2004) a viabilidade econômica foi também verificada. A pesquisa foi realizada levando em consideração os preços da província petrolífera de Urucu (AM). Segundo seus dados, o preço total por m³, do ASAC é vendido por R\$ 64,00, enquanto o preço do Seixo é aproximadamente R\$ 90,00.

Há comprovações de que quando há limitações ao uso de agregados pétreos naturais, a Argila Calcinada apresenta vantagens técnicas e econômicas que viabilizam seu uso, que fornecem ao corpo técnico de determinado empreendimento rodoviário, uma alternativa eficiente diante de delicadas circunstâncias.



Figura 5.2: Pilha de Tijolo maciço de Argila Calcinada - Usina em Santarém.

6 ESTUDOS AMBIENTAIS DA ARGILA CALCINADA

6.1 ASPECTOS LEGAIS

O Brasil possui um grande potencial mineral devido à diversidade de recursos distribuídos por seu imenso território, bem como a vasta disposição geológica do seu subsolo. O aproveitamento desses recursos deve seguir as técnicas e leis ambientais, uma vez que sua exploração irracional pode causar danos consideráveis ao meio ambiente e graves conseqüências ao meio social.

Os instrumentos legais que regulam as atividades de mineração, que é o caso da prospecção de argila para fins da obtenção do Agregado de Argila Calcificada, ditam os procedimentos desde os requisitos de autorização e concessão de áreas, licenciamento ambiental, critérios de extração, até a recuperação das áreas degradadas. A legislação mineral está amparada na CF/88, Código de Mineração, Resoluções, Leis e Decretos.

Conforme o Regulamento do Código de Mineração as jazidas de argilas utilizadas como matérias-primas para indústrias de transformação se enquadram na Classe 7. De acordo com o Artigo 2º da Resolução CONAMA 009/90, o empreendedor que exercer as atividades de lavra e/ou beneficiamento mineral das classes I, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX, excetuado o regime de permissão de lavra garimpeira, deverá submeter ao órgão competente o pedido de licenciamento ambiental.

O Plano de Controle Ambiental (PCA) é exigido pela Resolução CONAMA 009/90 para concessão de LI de atividade de extração mineral de todas as classes previstas no Decreto-Lei 227/67 (Código de Mineração). O PCA é uma exigência adicional ao EIA/RIMA apresentado na fase anterior, a LP.

A Resolução CONAMA 010/90 em seu art. 3º, parágrafo único, prevê a apresentação do Relatório de Controle Ambiental (RCA) para as atividades mineradoras onde o EIA/RIMA seja dispensável. O Relatório de Controle Ambiental é exigido para a obtenção da LP de atividade de extração mineral da Classe II do Código de Mineração.

De acordo com o Decreto nº 97.632/89 os empreendedores que exercem atividades de exploração de recursos minerais detêm a obrigação apresentar o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) para aprovação junto ao órgão ambiental. A avaliação sobre o prognóstico dos danos ambientais possibilita o dimensionamento dos efeitos negativos e

também oferece modos e alternativas de minimização da degradação ambiental que possa ser causada. A tabela 6.1 demonstra as fases e os dispositivos legais para empreendimentos voltados na área de mineração.

TABELA 6.1: Dispositivos legais para mineração - IPT (1987) Adaptada

FASES	DISPOSITIVOS LEGAIS
Fase 1	Planejamento ambiental da atividade frente aos órgãos e entidades ambientais
Fase 2	Estabelecimento de parâmetros para controle e prevenção ambiental
Fase 3	Redução, eliminação ou recuperação de um passivo ambiental

No caso da prospecção da argila, o PRAD fornece subsídios para a recuperação e estabilização das áreas prejudicadas após a retirada da argila. A adequação ambiental das lavras de extração da argila e o monitoramento do restante das etapas produtivas tornam mais eficientes o controle dos impactos e a gestão ambiental do processamento desta atividade.

6.2 IMPACTOS AMBIENTAIS

Considera-se Impacto Ambiental qualquer alteração no sistema ambiental físico, químico, biológico e sócio-econômico que possa ser atribuída às atividades humanas, relativas às alternativas em estudo para satisfazer as necessidades de um projeto. (CANTER, 1997 apud FOGLIATTI et al, 2004).

A partir da análise do ciclo de vida do Agregado de Argila Calcificada é possível avaliar as mudanças ocorridas no meio ambiente, desde as atividades ligadas à extração da matéria-prima, até o custo ambiental da eliminação do resíduo após seu beneficiamento. Os meios empregados em cada fase devem sempre buscar uma produção mais limpa e ecoeficiente.

Nesta pesquisa, o diagnóstico dos impactos oriundos do processamento do Agregado de Argila Calcificada, terá dimensões apenas qualitativas em virtude da complexidade de vários fatores, entre eles, os parâmetros e critérios envolvidos nas fases de produção, a amplitude dos aspectos construtivos e a falta de uma equipe multiprofissional que analise todo universo das interferências causadas.

Na apresentação dos impactos ambientais associados à cadeia produtiva da Argila Calcinada utilizou-se uma comparação com os efeitos causados da fabricação da cerâmica ao meio ambiente natural e social, devido à igualdade das técnicas e processos de produção de ambas as atividades econômicas.

Devido à escassez de literatura que abordem a relação entre a Argila Calcinada e o meio ambiente, esta avaliação refere-se aos prováveis efeitos ambientais significativos decorrentes da atividade de produção da Argila Calcinada, não sendo caracterizado como um Estudo de Impacto Ambiental completo, apenas considerações.

Segundo o Centro de Excelência em Transportes (CETTRAN), um dos colaboradores que idealizaram a Usina de Produção de Agregados Artificiais de Argila Calcinada, os impactos esperados para a região Amazônica com tal empreendimento são:

- ⇒ Aumento da capacidade de mobilização militar brasileira na região pela maior facilidade de construção e manutenção de vias de transporte terrestre;
- ⇒ Obtenção de tecnologia nacional destinada à obtenção de agregado artificial de baixo custo;
- ⇒ Viabilização da instalação de indústrias para produção de materiais de construção alternativos, utilizando-se matéria-prima disponível na região;
- ⇒ Redução nos custos da construção civil regional;
- ⇒ Incentivo à indústria de construção civil;
- ⇒ Geração de empregos nas atividades de construção civil na região;
- ⇒ Redução e/ou eliminação dos impactos ambientais decorrentes da exploração de jazidas de material pétreo na região;
- ⇒ Ampliação da oferta de infra-estrutura de transportes na Região Amazônica.

Os impactos ambientais devem ser identificados, classificados e priorizados, levando-se em consideração as condições normais de operação, as condições anormais e as condições de riscos ambientais. (MOURA, 1998 apud FERRARI, 2000).

Em todas as fases da série de fabricação do Agregado Sintético de Argila Calcinada é possível constatar conseqüências negativas e positivas ao meio natural e social, desde a extração da argila, seu processamento e os resíduos gerados. As etapas geram passivos

ambientais sobre os meios físicos, socioeconômico e biótico, tais como: modificação da paisagem, do assoreamento de cursos águas, erosões, contaminação da água e até o repasse de danos ao subsolo, geração de emprego e renda.

6.2.1 Meio Físico

As jazidas de extração de argilas, quando exploradas sem o devido planejamento, resultam em graves alterações ambientais. Dentro dessa classificação é possível verificar reflexos negativos nos diversos meios físicos existentes. Essas intervenções funcionam como um ciclo vicioso que afeta elementos físicos e seus dependentes.

As mudanças do meio ambiente podem ser sentidas através dos processos erosivos provocados pela retirada da argila. As erosões produzem efeitos indiretos como o assoreamento do leito do rio, mudança dos cursos d'água, bem como a poluição e contaminação da água. Ver figura 6.1.



Figura 6.1: Erosões (ALAMBI,2008)

Os prejuízos à topografia da superfície também ocasionam impactos à região de jazidas de solos argilosos. Os danos estéticos à paisagem são os impactos mais evidentes da devastação das cavas de argila. Além da poluição visual, tais efeitos tendem a causar alterações processos geomorfológicos, expressos por modificações na morfologia e nos fluxos de matéria e energia vigentes no sistema.

“A cava resultante da extração de argila e os depósitos de material estéril alteram as formas topográficas locais, o que pode resultar numa série de outras alterações indiretas são ocasionadas pela interferência à topografia ocasionando modificações nos processos morfológicos vigentes, como mudanças de direções de fluxos das águas de escoamento superficial, determinando que áreas sob o domínio dos efeitos erosivos se convertam em ambientes de deposição e vice-versa”. (COLTURATO, 2000 apud, POVIDELO e NETO,2006)

As interferências podem até ser repassadas ao subsolo. A modificação da direção dos fluxos das águas com a alteração do nível do lençol freático, as transformações nos processos geomorfológicos, resultam em interferências na estrutura e fertilidade do solo e em mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo.

O insumo utilizado como combustível para a queima dos blocos cerâmicos de Argila Calcinada advém da exploração dos recursos madeireiros. O desflorestamento causa mudanças nas condições climáticas, alterações nos índices de evapotranspiração, variações no regime pluviométrico.

O emprego dessa fonte energética durante a queima do agregado, resulta em efeitos ainda mais nocivos ao meio ambiente: a emissão de gases poluentes, a degradação atmosférica, que são combinações que agravam o efeito estufa e o aquecimento global. A amplitude dessa poluição culmina em mudanças bruscas na dinâmica dos seres vivos.

6.2.2 Meio Socioeconômico

No âmbito socioeconômico, melhorias podem ser alcançadas. A geração de emprego e renda é a mais latente de todos os benefícios. Associados a isso se têm o aumento do poder de compra, a melhoria da qualidade de vida, a formação de uma sociedade organizada e focada em seus direitos.

Em contrapartida o oferecimento de novos empregos em olarias e na indústria ceramista, é notado a exposição do trabalhador às doenças ocupacionais originárias das tarefas peculiares ao processo de fabricação de elementos cerâmicos. Problemas respiratórios e dermatológicos são os mais frequentes associados a essa atividade, segundo o Ministério da Saúde (MS).

As crateras formadas pela retirada de material durante o período chuvoso se transformam em lagoas que atraem crianças e animais domésticos, tornando-se focos de poluição. Além disso, o lixo e as doenças se proliferam

ocasionando o aumento dos gastos públicos na tentativa de amenizar esses problemas. (MENESES, 2004)

É notório que o índice de pobreza de uma sociedade reflete diretamente no grau de degradação do meio ambiente. Este problema de ordem social pode ser facilmente verificado, quando da alteração do uso e ocupação do solo da uma região, em detrimento do surgimento de frentes de trabalhos em atividades mineradoras junto às jazidas de solo argiloso. A ocupação dessas áreas costuma ocorrer de forma desordenada, formando favelas e regiões de subvida, que muitas das vezes ficam desprovidas de equipamentos públicos.

As interferências no tráfego, presentes nas regiões de influência das jazidas com a exploração mecanizada da argila, e com o seu deslocamento para a unidade de produção, geram pontos de conflitos no sistema viário localizado próximo às entradas e saídas das jazidas e das áreas de disposição de matéria-prima.

A descaracterização da paisagem e as deformações estruturais no solo podem afetar a identidade cultural e arqueológica não só da população circunvizinha, mas de uma civilização inteira, além de causar prejuízos aos sítios históricos, que são associados à ação incisiva no subsolo, comprometem o histórico das gerações futuras.

6.2.3 Meio Biótico

Das formas que os impactos são transmitidos ao meio ambiente, provavelmente o meio biológico é o que se mostra mais frágil à severidade dos danos. Por ter seus efeitos relacionados aos ecossistemas, os ataques ao meio biótico afetam diretamente a fauna e flora inseridos no habitat.

As interações das comunidades bióticas correm o risco de sofrer modificações no fluxo de energia das cadeias alimentares. A devastação dos recursos naturais ocorrida nas fases de fabricação do Agregado de Argila Calcinada pode resultar na destruição do habitat de espécies e comunidades bióticas.

Para a obtenção do combustível, usado na queima dos blocos de Argila Calcinada, normalmente utiliza-se exploração madeireira, conforme figura 6.2. O desmatamento originado ataca diretamente o meio biológico. Os ecossistemas terrestres e aquáticos tendem a sucumbir diante o extermínio das condições e dos ambientes de vida de seus organismos.

1 – Baixa Significância 2 – Média Significância 3 – Alta Significância

6.3 ASPECTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DO ASAC

Com os estudos, foi possível destacar as fases de produção que mais exercem influências nocivas ao meio ambiente. A extração da matéria-prima, fonte energética utilizada na calcinação e a emissão dos resíduos resultantes do processo de produção são fases que merecem atenção na avaliação dos danos ambientais.

6.3.1 Extração da Argila

A fase de extração da argila é responsável por altos índices de passivos ambientais. Do ponto de vista ambiental, “essa atividade degrada em torno de 3.500 m² por dia, formando cavas de 1 a 4 m de profundidade” (VALICHESKI et al, s.d.). A cava produzida em virtude da remoção deste material resulta em uma série de alterações diretas e indiretas à natureza, principalmente quando não há o devido planejamento e gestão ambiental dos processos.

Durante a retirada da argila, o meio ambiente é muito prejudicado. Os riscos de contaminação da água podem provocar doenças para os seus consumidores, além de matar peixes e organismos aquáticos. A poluição dos recursos hídricos agride de forma direta os meios sociais e naturais.

O assoreamento dos cursos dos rios tende a torná-lo inavegável, fato que, dependendo dos aspectos econômicos e culturais da região, pode causar sérias conseqüências sociais à população. O aumento da carga de fundo, em geral, repercute num aumento da erosão marginal e a degradação da mata ciliar.

A retirada da argila também propicia danos à vegetação e ao solo. A extração da camada fértil, “não se trata apenas de um impacto visual, mas também de uma alteração de

ordem geomorfológica expressa por modificações na morfologia e nos fluxos de matéria e energia vigentes no sistema.” (POVINELO e NETO, 2006).

Como consequência mais relevante desta exploração, tem-se a eliminação da camada estruturada do perfil, onde há maior disponibilidade de matéria orgânica, nutrientes e atividade microbiana. Outro aspecto importante é a perda de nutrientes importantes às plantas, principalmente aqueles que têm sua dinâmica no sistema solo-planta altamente relacionada a fontes orgânicas, como é o caso do fósforo, do enxofre e, em especial, do nitrogênio (VALICHESKI et al, s.d.).

Assim, é possível verificar que esta fase de produção traz consigo riscos potenciais à natureza. Ameaças aos meios sociais e ambientais são evidentes durante os procedimentos de coleta da matéria-prima na jazida. Esta etapa requer cuidados no planejamento, execução e medidas de controle no monitoramento das atividades mais eficientes.

O cumprimento dos preceitos legais e dos instrumentos técnicos constituídos para a preservação deste tipo de exploração, é essencial para a promoção do desenvolvimento econômico aliado à responsabilidade sócio-ambiental dos empresários do setor.

6.3.2 Calcinação da Argila

Os danos ambientais no processo produtivo destacam-se na fase da queima do agregado. A fase da queima da argila necessita de alta demanda energética. A energia elétrica que é usada para moagem, movimentação e queima. A energia térmica, para preparação de matérias-primas, secagem e queima das peças. “A etapa central do processo cerâmico, a queima, é a principal consumidora de energia térmica, com aproximadamente 50% do total.” (VALE et al, 2006).

O tipo de forno e a utilização de tecnologias determinam a intensidade do nível de degradação ambiental. A fonte de energia mais consumida nos fornos do setor cerâmico é a lenha. O uso deste recurso natural não-renovável como combustível, faz com que a fase de calcinação seja a etapa mais agressora do meio ambiente.

O dispêndio demasiado deste recurso gera impactos imensuráveis ao meio ambiente. Vários impactos estão relacionados direta e indiretamente com o uso da madeira como combustível. Estudos mostram que as áreas onde existem olarias e fábricas de cerâmicas apresentam altos índices de exploração madeireira.

A indústria cerâmica em um todo é grande responsável pelo desmatamento florestal no Brasil. Segundo a Associação Brasileira Cerâmica (ABC), o desmatamento provocado pelo

setor, representa 37.384 ha/ano. O carvão utilizado nos fornos das cerâmicas e olarias, além de promover o desflorestamento, também despeja toneladas de gases poluentes na atmosfera.

O consumo de lenha provoca ainda impactos ambientais indiretos como a perda da biodiversidade através da exploração de espécies nativas, a morte de animais que possuem o seu habitat na vegetação típica.

O prognóstico ambiental do desmatamento não é difícil de ser previsto. Redução da evapotranspiração devido à diminuição da cobertura vegetal, em consequência índices pluviométricos inferiores, que implica no aceleração do processo de desertificação, a escassez de água e outros distúrbios ambientais.

6.4.3 Resíduos Sólidos

A Norma Brasileira de Regulação – NBR 10004 de 31/05/2004 define os resíduos sólidos como: “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Entende-se que os resíduos sólidos são restos das atividades humanas, considerados por seus geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis.

Na produção de qualquer tipo de atividade industrial é possível constatar a geração de resíduos sólidos. Além de poluírem visualmente, os restos industriais provocam, quando são dispostos inadequadamente, a degradação dos recursos naturais.

A metodologia utilizada para fabricação dos blocos de Agregado de Argila Calcinada emprega as mesmas técnicas da indústria de cerâmica estrutural. Os processamentos das etapas de produção basicamente são os mesmos, o que altera é temperatura de calcinação e as propriedades físicas e químicas na massa argilosa.

Não foram encontrados dados estatísticos que comprovassem a carga de resíduos que as empresas de cerâmica emitem ao meio ambiente, porém segundo a Associação Brasileira de Cerâmica, em 2003, o setor possuía 11000 unidades produtoras.

De acordo com levantamento realizado por VALE, a indústria da cerâmica vermelha possui um índice quebra no processo de fabricação mencionado na tabela 6.3. A partir daí é possível fazer um prognóstico do grau de impacto dessa produção.

TABELA 6.3: Índice de quebra no processo de manuseio/transferência (VALE et al, 2006)

Item	Peças quebrada/danificadas (%)			Total (%)
	Secagem/Enforno	Desenforno	Expedição	
Tijolo	1,14	0,80	0,34	2,28
Lajota	0,27	1,40	0,32	1,99
Telha	1,79	5,32	1,05	8,16

Na área de estocagem da Usina, foi verificada uma grande quantidade de blocos quebrados, ver figura 6.3. O impacto financeiro e ambiental nesse local é suavizado, pois o objetivo dessa etapa é justamente a britagem desses blocos para a adequação à granulometria pretendida. Se for contabilizada a quantidade de resíduos, sejam restos de argilas, quebras no decorrer na secagem, na acomodação interna, desenforno e o deslocamento final para clientes, os danos são maiores.



Figura 6.3: Excesso de quebra dos blocos de Argila Calcinada

7 ASPECTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DA BRITA

Outro agregado muito importante para a construção civil é a brita, que pode variar desde o pedrisco até o pedregulho. “A mineração de brita, ou pedreira como é comumente conhecida, pode ser realizada em cava ou em encosta; com bancadas do tipo ascendente ou descendente. Geralmente lava-se o maciço aflorante em encosta e, depois, caso haja minério em profundidade, lava-se em cava” (BACCI et al, 2006). Através da figura 7.1 é possível verificar o beneficiamento da brita.



Figura 7.1: Beneficiamento da Brita (Canal Ciências, 2008)

Geralmente as rochas lavradas são granito, o gnaisse, o calcário ou o basalto, e cada qual requer ângulo de inclinação de talude, razão de carregamento de explosivos e equipamentos de britagem diferenciados. Rochas mais brandas ou moles tendem a solicitar ângulos de inclinação menores e requerem menor poder de fogo para seu desmonte, ao contrário de rochas duras.

Os reflexos ambientais das atividades em pedreiras estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como demonstram tabelas 7.1 e 7.2. Destacam-se a abertura da cava, onde há a retirada da vegetação, escavações, erosões, movimentação de terra e modificação da paisagem local, contaminação das águas superficiais e subterrânea, ao uso de explosivos no desmonte de rocha, que causa efeitos negativos sobre o ar e ao solo, impactos sobre a flora e fauna.

As atividades em uma pedreira resumem-se ao decapeamento, desmonte da rocha com uso de explosivos, carregamento e transporte do minério e seu posterior beneficiamento, produzindo brita e "pó de pedra", utilizados diretamente na usina de asfalto e como agregado na construção civil. (BACCI et al, 2006).

TABELA 7.1: Principais aspectos e impactos ambientais da lavra a céu aberto (BACCI et al, 2006)

Quadro 1 - Principais aspectos e impactos ambientais da atividade de lavra a céu aberto.

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
Decapeamento, envolvendo remoção da cobertura superficial, deterioração da cobertura vegetal e a formação de pilhas de solo	Erosão, movimentação de terra e assoreamento de córregos, alteração da paisagem, flora e fauna locais	Esgotamento de recurso natural
		Afugento da fauna
		Modificação e destruição da vegetação nativa
Perfuração das bancadas	Geração de ruído e poeira	Poluição sonora
		Perturbação das vizinhanças e exposição ocupacional dos trabalhadores
Carregamento dos furos com explosivos	Utilização de equipamento de proteção (máscara, luvas, botas, protetor de ouvidos)	Diminuição dos riscos de acidentes e da exposição ocupacional dos trabalhadores
	Possibilidade de acidentes	Explosão, riscos de vida
	Bom conhecimento geológico-estrutural da jazida e da área de exploração	Redução de impactos ambientais
Desmonte das bancadas com detonação dos explosivos	Treinamento e capacitação dos técnicos	Redução de riscos de acidentes
	Geração e propagação de ondas sísmicas no terreno e no ar (vibração e sobrepressão atmosférica)	Riscos de danos a construções civis, desconforto à população vizinha, riscos de incidentes e de vida
	Ultrançamento de fragmentos	Riscos de danos a construções civis e riscos a vida humana
	Geração de ruído, fumos e gases	Poluição sonora Desconforto à população e riscos de incidentes e intoxicação
	Escorregamentos de taludes fora do setor de desmonte	Riscos de acidentes
Armazenagem de explosivos e acessórios de detonação	Dimensionamento correto das cargas explosivas e dos parâmetros do plano de fogo (perfuração, carregamento, amarração dos furos, limpeza da face, tempos de retardo, etc)	Redução das vibrações e da sobrepressão atmosférica, não ocorrência de ultrançamentos, diminuição dos gases, além do fraturamento ideal da rocha
	Riscos de explosão	Perdas materiais e de vidas, poluição do ar
Monitoramento ambiental	Eficiência no armazenamento	Redução de riscos de acidentes
	Controle dos níveis de poluição respeitando aqueles estabelecidos pelas normas técnicas e legais	Redução das emissões, minimização dos impactos potenciais
Carregamento e transporte do minério até a britagem	Geração de poeira e ruído e emissão de gases	Poluição do ar e sonora; Desconforto aos trabalhadores da mina
	Vazamentos de óleos/combustíveis/graxas	Comprometimento do solo e das águas superficiais
Abertura de novas vias de acesso na cava	Processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água	Comprometimento dos recursos naturais
	Geração de ruído, poeira e emissão de gases produzidos pelas máquinas	Desconforto aos trabalhadores Poluição do ar e sonora
	Vazamentos de óleos/combustíveis/graxas das máquinas	Comprometimento do solo e das águas superficiais
Drenagem da cava	Geração de efluentes, aporte de sedimentos para os cursos d'água	Contaminação das águas superficiais Comprometimento dos recursos naturais superficiais
	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais
Umidificação das vias de acesso	Consumo de água	Utilização de recursos naturais
		Redução da suspensão das partículas

TABELA 7.2: Principais aspectos e impactos ambientais do beneficiamento (BACCI et al, 2006)

Quadro 2 - Principais aspectos e impactos ambientais da atividade de beneficiamento.

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
Descarregamento do minério	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar e sonora, desconforto aos trabalhadores
Britagem da rocha	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar e sonora, riscos de doenças pulmonares e desconforto aos trabalhadores
	Riscos de acidentes	Perdas de vida e materiais
	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais
	Vibração dos equipamentos	Perdas de rendimento
Umidificação das correias transportadoras	Consumo de água	Utilização de recursos naturais, eventuais acidentes, redução da suspensão das partículas
Transferência de materiais	Escape/perda de material	Riscos de acidentes, conforme o diâmetro do minério
	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar e sonora, desconforto aos trabalhadores
Estocagem do produto	Geração de ruído, poeira e emissão de gases produzidos pelas máquinas	Poluição do ar e sonora, intoxicação por gases
	Perdas de material	Contaminação das águas superficiais e assoreamento de córregos próximos

Os impactos adversos nas fases de atividade de oficina e administrativas não foram citados. As alterações trazidas com esses procedimentos não apresentam grande reflexos diretos ao meio natural.

7.1 ASAC *versus* BRITA

Em virtude da escassez de jazidas que possibilitassem a obtenção de agregados pétreos com distâncias de transportes econômicas e, por outro lado, a abundância de solos argilosos na região amazônica, as pesquisas evoluíram, e hoje se tem a produção industrial do agregado artificial de Argila Calcinada.

Com o aprimoramento dessa nova técnica, tornou-se necessária a comparação dos danos causados ao meio ambiente com os dois agregados, o “natural” e o artificial. Ao comparar os impactos decorrentes da Brita e do Agregado Sintético de Argila Calcinada, conclui-se que até a fase da extração e deslocamento da matéria-prima para a unidade de produção os impactos negativos são semelhantes. A partir dessas etapas é possível verificar desigualdades nos procedimentos com perdas ambientais para ambos.

Enquanto que na fabricação da Argila Calcinada tem-se a fase da calcinação, que é considerada muito agravante à natureza, devido a grande remessa de gases poluentes à atmosfera, a Brita possui a fase de desmonte das rochas e britagem, que são passos com altos níveis de devastação ambiental.

Os passivos ambientais gerados pelos dois materiais de construção são suscetíveis de medidas mitigadoras e compensatórias. Os impactos diretos e indiretos, de ambos os materiais, podem ser minorados com a execução do planejamento das atividades e o cumprimento da legislação correspondente.

Em termos gerais, partindo de uma avaliação qualitativa, as pedreiras oferecem impactos ambientais tanto quanto a produção da Argila Calcinada. Observando que em regiões como a Amazônia, “onde as distâncias de transporte aquaviário da Brita chegam a 3.000km” (BATISTA, 2004), a magnitude desses impactos pode ser maior. Tem-se que, em regiões carente de Brita, a Argila Calcinada é a melhor escolha, levando em consideração sua viabilidade técnica-econômica e as grandes distâncias.

8 MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL

No Art. 4º da Resolução CONAMA 237/2000 é mencionado que a Licença de Instalação e de Operação devem apresentar medidas de controle ambiental como condicionante da execução de suas atividades. Todo e qualquer empreendimento caracterizado como potencialmente poluidor deve apresentar um Plano de Gestão Ambiental, o qual, além de diagnosticar e avaliar os impactos, deve possuir mecanismos que minimizem, ou ainda que compensem os danos produzidos através de melhorias e/ou adaptações, que possibilitem a reutilização das áreas que sofreram reflexos de sua implantação.

8.1 MEDIDAS MITIGADORAS

A indústria cerâmica de modo geral é considerada como uma atividade que contribui significativamente para o desequilíbrio ambiental. A busca por alternativas que atenuem os reflexos negativos sobre o cenário natural, torna-se objetivo primordial, para uma sociedade que a cada dia sente a necessidade do alcance do desenvolvimento sustentável, em todas as formas crescimento.

Estudos demonstram o perfil das empresas ceramistas como micro e pequenas empresas. Grande parte dos empreendimentos que trabalham nesse setor são propriedades familiares que utilizam processos artesanais de produção e não atentam para o nível de degradação ambiental causado com suas atividades. A falta de mão-de-obra capacitada e a dificuldade de obtenção de créditos juntos às instituições financeiras, são apontadas como os motivos pelos quais não se investe em tecnologias limpas e aquisições de equipamentos mais eficientes.

A utilização de tecnologias menos poluentes, as quais sigam critérios de uma Produção mais Limpa (PmaisL), com a aplicação de metodologias voltadas redução de resíduos, a busca por combustíveis ecológicos, racionalização do consumo das formas de energia, são formas que proporcionam benefícios para o meio ambiente e ganhos econômicos para a empresa.

8.1.1 Fornos

Os fornos têm grande parcela de contribuição na contabilização dos impactos ambientais provocados com a queima de produtos cerâmicos. A maioria dos fornos utiliza a lenha com combustível para produção. Toda a madeira queimada nos fornos das olarias e empresas ceramistas é retirada da natureza. Essa atividade quase sempre não obedece às limitações técnicas e legais, muitas espécies em extinção são exploradas inadequadamente.

A escolha do tipo de forno a ser utilizado na indústria de cerâmica reflete resultados em economia de energia bastante expressivos. Segundo Santos (2002, apud VALE et al, 2006), são consumidas de 1,7 a 4,1 m³ de madeira para cada 1000 peças, sendo que o consumo médio é da ordem de 2m³ de lenha na queima de 1000 peças (1 milheiro).

A busca por tecnologias e técnicas de reaproveitamento de resíduos que proporcionem a redução do nível de emissão de gases poluentes à atmosfera, está cada vez mais sendo objeto de pesquisas e estudos. Alternativas modernas que visam a substituição dos atuais e agressivos fornos à lenha, são instituídas tanto pelo setor de prestação desses equipamentos, quanto por empresários de outros segmentos que juntos aliam forças para a mitigação dos reflexos negativos produzidos por suas atividades.

Uma das medidas que minimiza as perdas ambientais é a troca do tradicional carvão vegetal pelo forno a gás natural, ver figura 8.1. “O forno a gás é responsável pela redução do gás carbônico à atmosfera, sendo assim considerado menos poluente. Possui outras vantagens: temperaturas mais homogêneas, como menor espaço para estocagem, entre outras” (CTGAS/2007)



Figura 8.1: Forno à lenha e forno a gás natural - CTGAS

Os combustíveis alternativos menos agressivos ao meio ambiente, segundo o SEBRAE (1997, apud ABREU e GUERRA, 2000) são: gás liquefeito de petróleo, gás natural, bagaço de cana, turfa, carvão vegetal, resíduos oleosos, finos de carvão, sucata de pneus, carvão energético.

Há projetos que trabalham com substituição da lenha pela casca de arroz. Os benefícios trazidos com essa escolha são enormes. “O uso de resíduos de outros setores fornece a troca de uma matéria-prima não-renovável por uma renovável. Reduzindo o desmatamento e a emissão de gases poluentes no ar” (SEBRAE-TO, 2007)

A idéia do projeto é reduzir o desmatamento e a emissão de gases poluentes no ar, resolver o problema do descarte da casca do arroz, que até então não tinha destinação, e buscar novas matérias-primas com baixo custo de adaptação, que possam substituir a madeira nativa no processo da queima da cerâmica. (SEBRAE-TO, 2007)

A redução da utilização de recursos não-renováveis promoverá a otimização do processo produtivo cerâmico em geral, uma vez que se agrega valor a subprodutos industriais, atenuando os impactos ambientais decorrente dessa atividade e reduzindo os insumos extraídos da natureza, o que torna o processo ambiental correto.

8.1.2 Utilização dos Resíduos

8.1.2.1. Resíduos de Outros Segmentos

A utilização de resíduos industriais na produção de agregados pode se dar tanto como combustível na fase de queima, como sua adição na mistura com o fim de melhorar o desempenho das propriedades mecânicas, que além de reduzir custos de fabricação, contribui para um ambiente ecologicamente conservado, uma vez que inibe o despejo inadequado desses resíduos.

Dentro desse universo, existem experiências que tratam da adição de resíduos da indústria siderúrgica, que é considerada grande geradora de resíduos, nas mistura de argila durante a produção. “A proposta de reutilização desses resíduos, uma vez que já existem estudos que apontam que não há modificações físico-mecânicas.” (OLIVEIRA, 2004)

A escória de alto-forno, que é um resíduo da produção de aço, vem sendo utilizado em pesquisas. “A escória, após ser separada do metal, pode ser resfriada lentamente ao ar; rapidamente, quando se utiliza jato de água ou de ar e produz-se a escória granulada ou peletizada; ou em resfriamento intermediário, que resultará em uma escória conhecida como expandida.” (FOLGUEIRAS, apud REIS et al, 2006).

Dentre os diversos resíduos industriais e agro-industriais disponíveis, destacam-se a sílica ativa, a cinza volante, a escória de alto forno, a cinza de casca de arroz, a metacaolinita, a escória de cobre, a escória de aciaria e o resíduo de serragem de granito. (GONÇALVES, 2005).

8.1.2.2. Resíduos Cerâmicos

O emprego de resíduos cerâmicos tem se difundindo em todo o Brasil. A reciclagem dos resíduos é utilizada tanto como material de construção para pavimentação, quanto como aditivos na composição de cimentos. Com essa técnica, aliam-se benefícios ambientais e redução de custos.

Pesquisas demonstram a viabilidade do agregado cerâmico proveniente dos rejeitos da indústria de telhas cerâmicas. As quebras das telhas cerâmicas podem ser empregadas como material de baixo custo para pavimentos. “Essa técnica assemelha-se ao Agregado Artificial de Argila Calcinada, porém com característica físicas e mecânicas diferentes.” (CABRAL, 2005)

Os resíduos da indústria cerâmica podem ser empregados na produção de cimentos. Eles atuam como substitutos parciais do cimento. Depois de moído dos restos cerâmicos são adicionados aos outros componentes do cimento. Com essa adição o cimento tende a apresentar diferenciações nas reações químicas durante o processamento de queima.

A indústria de Cimentos é responsável por 7% da emissão mundial de gás carbônico. “A incorporação de resíduos cerâmicos na produção de materiais cimentícios pode reduzir a emissão de CO₂, o consumo de energia, bem como contribuir para a redução do impacto ambiental relacionado com a sua destinação.” (GONÇALVES, 2005).

A substituição de parte do cimento por resíduos cerâmicos fornece ao concreto dosado desempenho técnico e índices físicos semelhantes aos concretos tradicionais. O concreto de baixo impacto ambiental apresenta melhoras significativas, e promove o desenvolvimento sustentável do setor.

8.2 MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO

Segundo BRUM (s.d.), a recuperação de determinada área degradada por um determinado empreendimento é o conjunto de ações necessárias para que a área volte a estar apta para algum uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental. Para o IBAMA, a recuperação significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização de acordo com o plano preestabelecido para o uso do solo.

A recuperação ambiental de um espaço degradado tem como objetivo principal o retorno da ocupação e uso do solo de forma a propiciar estabilidade harmônica do meio ambiente. Assim, uma vez encerradas as atividades de lavra, deverão ser tomadas medidas que visem o retorno da área às condições originais, pretéritas aos trabalhos de lavra.

A etapa de estabilização ambiental da região é exigência do Art. 3º do Decreto no 97.632/89, que prevê que a recuperação da área após o término da exploração deve conduzi-la a uma nova forma de utilização. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas é um instrumento previsto nas diretrizes do Planejamento e Gestão Ambiental. A consequência de sua eficiente aplicação é a compensação dos impactos negativos em determinada região e o uso auto-sustentável.

Cabe ao empreendedor realizar o PRAD'S, pois é a partir dele que os órgãos ambientais realizarão suas exigências, permitindo assim traçar diretrizes para a recuperação e reabilitação do lugar, com o intuito de eliminar ou diminuir o passivo ambiental gerado, estabelecendo a criação de um Planejamento Ambiental adequado na área explorada, desde a abertura, fechamento e recuperação da lavra. (POVIDELO e NETO, 2006)

O tratamento do passivo ambiental para o reaproveitamento do espaço ora degradado possibilita, ao empreendedor, o desenvolvimento da consciência ecológica, reformulação das condições estéticas, restituição de parcela do valor ambiental perdido, um futuro ganho econômico com as adequações projetadas para a área, incentivos fiscais e ainda a projeção de seu empreendimento através de marketing pelo cumprimento da responsabilidade ambiental.

A recuperação do meio ambiente pode ser classificada em: 1) Reabilitação definida como o conjunto de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema que podem ser basicamente econômica e/ou ambiental; 2) Restauração é o conjunto de tratamentos que visam recuperar a forma original do ecossistema, ou seja, a sua

estrutura original, dinâmica e interações biológicas. (VIANA, 1990, apud CURTI e SILVA, s.d.)

De acordo com as características físicas e as expectativas sociais da região, o PRAD pode prevê a reutilização da área em diversas formas, cabe a equipe técnica responsável determinar a melhor opção de acordo com as condições mínimas para a implementação do uso pretendido. No caso das cavas resultantes da extração de argila para cerâmica, para cumprir tal objetivo alguns usos podem ser cogitados.

8.2.1 Piscicultura

A piscicultura, ou o cultivo de peixes, é uma atividade que vem se desenvolvendo em ritmo muito acelerado (cerca de 30% ano) no Brasil, segundo a Criar e Plantar (2008). Isso se deve ao fato da piscicultura possuir uma boa lucratividade e facilidade de implantação.

Essa técnica vem sendo muito utilizada como medida de recuperação de áreas degradadas por atividades de remoção de argila. Além de promover a melhoria ambiental, solução para as crateras restantes da exploração da argila, contribui para a geração de renda e lazer para a comunidade, conforme demonstra figura 8.2.

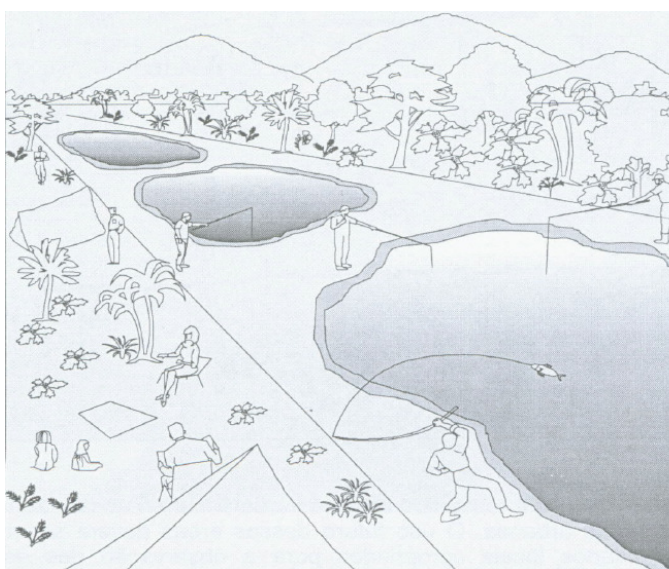


Figura 8.2: Recuperação como Piscicultura (CAMPOS e FERNANDES, s.d.)

O ambiente de desenvolvimento da piscicultura é considerado um ecossistema. A criação de peixes, total ou parcialmente controlada, constitui um sistema ecológico complexo que deve ser conhecido e estudado, pois todos os elementos constituintes (qualidade da água, temperatura, oxigênio dissolvido, etc.) sofrem ação do meio ambiente.

A implementação do cultivo de peixes praticamente não apresenta muitas exigências técnicas. A limpeza da área, a construção das instalações de viveiros e a infra-estrutura de abastecimento e drenagem, estabilização no solo e cuidados com a qualidade e temperatura da água, são alguns requisitos desse empreendimento.

Conforme HUET (1978), independentemente das condições topográficas, tamanho do terreno, tipo de solo, o que vai definir o modelo de piscicultura e o melhor sistema de criação a ser implantado é a quantidade e a qualidade da água.

A utilização dessa técnica vem sendo difundida cada vez mais. O projeto “Oleiro Cerâmico” desenvolvido com a Cooperativa dos Oleiros Cerâmicos do Amapá (Cooceap), com consultoria ambiental do SEBRAE-AP, propõe a reutilização das cavas provocadas pela extração de argila para o cultivo de peixes, aliando o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental dos micros e pequenos estabelecimentos cerâmicos.

8.2.3 Revegetação

As empresas que de qualquer forma realizam atividades de mineração são obrigadas a apresentar ao órgão ambiental um Plano de Áreas Degradadas – PRAD, documento que preconiza medidas de compensação dos impactos gerados. Uma das alternativas é a adoção de procedimentos para restabelecer a cobertura vegetal nas áreas degradadas, prática conhecida como Revegetação.

A exploração da argila em planícies de inundação ocasiona uma deterioração ambiental na área inteira. A extração de argila de várzea, devido a sua grande extensão em comparação com a espessura da camada e a falta de critérios no processo de lavra, resulta na produção de cavas abandonadas e alagadas, fato que ocasiona o comprometimento da mata ciliar, alteração do perfil hídrico, assoreamento e aceleração dos processos erosivos.

Todos os impactos implicam, ainda, no agravamento das inundações em épocas de chuvas, como o desabamento de obras civis e a possibilidade da proliferação de doenças causando perdas de vidas pela utilização indevida das cavas alagadas, que são usadas como fonte de lazer para a população de baixa renda.

A recuperação das áreas devastadas pela Revegetação da superfície promove a reciclagem do solo como substrato para novas espécies. É a possibilidade de tornar a dar vida a um solo esgotado de suas características e propriedades físicas e químicas. O processo de Revegetação é exibido na figura 8.3.

Essa alternativa de reaproveitamento promove a preservação ambiental, o restabelecimento ecológico das regiões afetadas, pois adotada medidas que possibilitam a presença da fauna e flora, e com isso o sistema ambiental tende a se recuperar.

Dependendo da espécie cultivada, é possível até mesmo a existência de benefícios econômicos. O plantio de espécies como o eucalipto pode ser útil como até mesmo para abastecer a grande demanda de lenha que os ceramistas precisam para o funcionamento de seus fornos. A utilização da cana-de-açúcar, dependendo do clima, é uma atividade bastante rentável. A indústria canavieira, em franca expansão, é muito importante para a economia brasileira.

O manejo florestal de eucalipto é muito comum nos substratos remanescentes dos impactos provenientes da extração da argila. O eucalipto reage bem quando é cultivado em solo com altos índices de acidez e salinidade, baixa exigência de fertilidade e é considerado resistência à seca. (VALICHESKI, s.d.)

Existem algumas exigências quando há direcionamento para o replantio da vegetação. “O substrato remanescente deve possuir o atributos físicos, químicos e biológicos que permitam minimamente o desenvolvimento vegetal, com a presença de nutrientes essenciais” (VALICHESKI, s.d.). Deve-se associar a espécie às condições climáticas e ao relevo e atentar para as técnicas de reflorestamento.

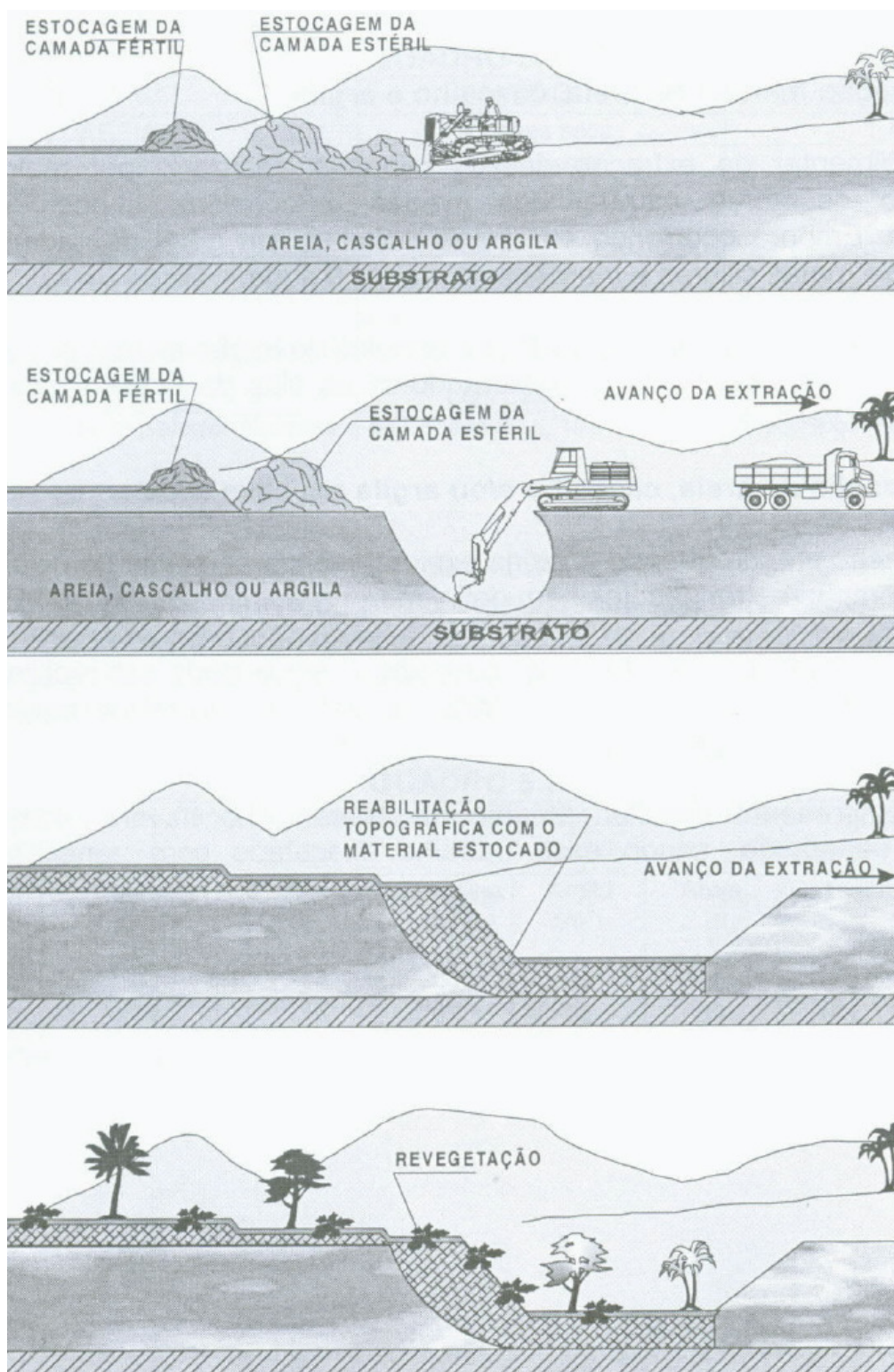


Figura 8.3: Processo de Revegetação (CAMPOS e FERNANDES, s.d.)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1 CONCLUSÕES

Empregar o conhecimento assimilado sobre Gestão Ambiental na Engenharia Civil, ramo das engenharias com atividades essencialmente modificadoras do meio ambiente, proporcionou a ampliação da visão ambiental e promoveu um repensar das formas de fomentar o desenvolvimento com vista à mínima perturbação possível ao meio natural.

O Agregado Artificial de Argila Calcinada é um material de construção relativamente novo, que em regiões com insuficiência de outros agregados pétreos, fornece qualidades técnica, econômicas e ambientais ao conjunto de serviços relacionados com pavimentação rodoviária.

A comparação qualitativa dos passivos ambientais gerados do processamento da Argila Calcinada e da Brita é inevitável. Em termos gerais, as pedreiras oferecem impactos ambientais tanto quanto a produção da Argila Calcinada. Concluindo-se que em regiões carentes de Brita, a Argila Calcinada seja a melhor escolha, levando em consideração sua viabilidade técnica-econômica.

Os estudos dos impactos ambientais demonstram que, apesar da produção do agregado artificial de Argila Calcinada apresentar riscos ambientais consideráveis, quando há a racionalização dos processos, sejam na fase de extração da argila, ou ainda nas etapas construtivas, com o aprimoramento de novas técnicas, ou com a utilização de equipamentos ecoeficientes, esses impactos são minimizados.

A mudança no sistema de gestão ambiental do processo construtivo deve preconizar tecnologias mais limpas que propiciem o equilíbrio ecológico. O planejamento das atividades e o cumprimento da legislação correspondente contribuem para minimização dos impactos diretos e indiretos.

Os passivos ambientais gerados pela Argila Calcinada são suscetíveis de medidas mitigadoras e compensatórias. A recuperação e reabilitação das regiões agredidas pela extração da matéria-prima são medidas que auxiliam na promoção do uso sustentável, ou seja, as conseqüências de um processo de planejamento e organização de gestão melhoram as condições futuras do meio ambiente.

9.2 RECOMENDAÇÕES FINAIS

Estudos aprofundados sobre o tema podem ser objetos de futuros trabalhos. O universo a pesquisar é imenso. No âmbito ambiental, é possível estudos sobre a utilização dos subprodutos indústrias de outros setores na produção de Argila Calcinada, bem como a influência nas propriedades físicas e químicas.

Pesquisas futuras sobre o reaproveitamento dos resíduos sólidos da indústria cerâmica como aditivos em outras atividades industriais serão úteis para o aperfeiçoamento de modelos cooperativos de gestão ambiental. Estudar as implicações nos meios sociais e ambientais enriquecerá a busca pelo desenvolvimento sustentável no terceiro setor.

A realização desse estudo serviu para o desenvolvimento das habilidades e compreensão dos conceitos aprimorados ao longo do Curso de Especialização, que apesar de ter sido ministrado na modalidade à distância, contribuiu igualmente na formação acadêmica do profissional atuante na área ambiental.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABNT/NBR 10.004 (2004): **Resíduos Sólidos – Classificação**. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABREU, Yolanda V.; GUERRA, Sinclair M. G. **Indústria de Cerâmica no Brasil e o Meio Ambiente**. Chile: IV Congresso Nacional de Energia, 2000.
- ALBANO, João; SENNA, Luiz. **Desenvolvimento Sustentável e Transportes**. Rio Grande do Sul: UFRS , Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, s.d.
- BACCI, Denise; LANDIM, Paulo; ESTON, Sérgio. Aspectos e impactos ambientais e pedreira em área urbana. **Revista Escola Minas**, Ouro Preto, vol.59, nº1, Jan./Mar., 2006. Disponível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000100007&script=sci_arttext> Acesso em: 10 jan. 2008.
- BATISTA, Fernando G. **Caracterização física e mecânica dos agregados de argila calcinada produzidos com solos finos na BR 163/PA**. Rio de Janeiro: IME, 2004. Dissertação (Mestrado), 2004.
- BRANDÃO, Gláucia B. **Transportes e o Meio Ambiente no Brasil**. p.5 Rio de Janeiro: IME, 1996. Dissertação (Mestrado), 1996.
- BRUM, Irineu Antônio. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. p.2, Escola Politécnica, 2000, Monografia (Especialização), 2000. Disponível em: <<http://intranet/monografias/mineração/completa.htm>.> Acesso em: 20 dez.2007.
- CABRAL, Gustavo L. **Metodologia de produção e emprego de agregados de argila calcinada para pavimentação**. Rio de Janeiro: IME, 2005. Dissertação (Mestrado), 2005.
- CABRAL, Gustavo L., VIEIRA Álvaro. **Agregado artificial de argila calcinada - A metodologia de produção, a primeira produção experimental e a proteção da inovação tecnológica pelo IME**. In: Reunião Anual de Pavimentação, 37ª RAPv, Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 11ª ENACOR, 2006. Anais...Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2006.
- CAMPOS, Edson E.; FERNANDES, Lúcia E. **Controle ambiental aplicado à produção de agregados**. Disponível em: <<http://www.cetec.br/agregados/conteudo/Contribui%C3%A7%C3%A3o%20Edson%20Esteves%20e%20L%C3%BAcia%20Fernandes.pdf>> Acesso em 20 jan. 2008.
- CURTI, Rosiane da S.; SILVA, Telma M. **Mineração em áreas metropolitanas: legislação e avaliação de pedreiras na região de Bangu, município do Rio de Janeiro**. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Disponível em: <<http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.4/139/139.htm>> Acesso em: 02 dez. 2007.

DNER (1989) **Sistema de classificação de agregado sintético: ES 227/89**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1994) **Agregados sintéticos graúdos de argila calcinada: ES 230/94**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1994) **Agregado sintético fabricado com argila – desgaste por abrasão: ME 222/94**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1994) **Agregado sintético de argila – determinação da perda de massa após fervura: ME 225/94**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1997) **Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregados graúdos: ME 081/97**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1997) **Agregado graúdo – avaliação da resistência mecânica pelo método dos 10% de finos: ME 096/97**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1997) **Agregados – determinação da resistência ao esmagamento de agregados graúdos: ME 197/97**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

DNER (1999) **Agregados – determinação da perda ao choque no aparelho Treton: ME 399/99**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, atual Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

FARIAS (comunicação pessoal)

FERRARI, Kátia R. **Aspectos ambientais do processo de fabricação de placas de revestimentos cerâmicos (via úmida) com ênfase nos efluentes líquido**. São Paulo: IPEN, 2000. Tese (Doutorado), 2000.

FOGLIATTI, Maria C.; FILIPPO, Sandro; GOUDARD, Beatriz. **Avaliação de impactos ambientais – Aplicação aos sistemas de transportes**. Rio de Janeiro: Interciências, 2004.

GONÇALVES, Jardel P. **Desenvolvimento e caracterização de concretos de baixo impacto ambiental contendo argila calcinada e areia artificial**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. Tese (Doutorado), 2005.

HUET, M.T. Tratado de Piscicultura, 2ª ed. Madrid: Mundiprensa, 1978.

IPT. Subsídios para o aperfeiçoamento da legislação relacionada à mineração e meio ambiente. Cadastro da legislação ambiental 1987 SP.

MENESES, Mairla. **A ação do engenheiro civil e a qualidade ambiental no processo de desenvolvimento urbano de Teresina – PI.** Teresina: UFPI, 2004, Cap. 3 p. 34-56. Dissertação (Mestrado), 2004. Disponível em: <http://www.ufpi.br/mestambiente/arquivos/file/dissertacao/2004/mairla_meneses/Cap%E Dtulo%203.pdf> Acesso em 10 Jan. 2008.

MORALES, Gundisalvo P. **Elaboração de EIA/RIMA**, Apostila, I GHA. UFPA, 2006.

NASCIMENTO, Ricardo R. **Soluções para pavimentação com o agregado de argila calcinada em Rio Branco (AC).** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2005. Dissertação (Mestrado), 2005.

NEPSTAD, Daniel; CAPOBIANCO, João P. **Avança Brasil, os custos ambientais para a Amazônia.** 1ª ed. Belém: Gráfica e Editora Alves, 2000. Disponível em: <http://whrc.org/resources/published_literature/pdf/NepstadAvanca.00.pdf> Acesso em: 25 Set. 2007.

NUNES, Fábio R. **Caracterização mecânica de misturas asfálticas confeccionadas com agregados sintéticos de argila calcinada quanto a deformação permanente.** Ceará: UFCE, 2006. Dissertação (Mestrado), 2006.

OLIVEIRA, G.E. Análise do impacto ambiental causado pela utilização de resíduo sólido do setor siderúrgico em cerâmica vermelha. **Cerâmica 50**, p. 185-189, 2004.

POVINELO, Lucas A.; NETO, Roberto M. Passivos ambientais em cidades pequenas: uma proposta de recuperação para cavas de argila abandonadas em Tambaú (SP). **Estudos Geográficos**, Rio Claro, vol.4, nº2, p. 53-67, Dez. 2006. Disponível em: <http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/estgeo/article/viewFile/204/166> Acesso em: 10 Dez 2007.

REIS, Fabio Augusto G; FRANCO, Ana Carolina M. Diagnóstico ambiental em minerações de areia e argila no rio Jaguari, município de São João da Boa Vista (SP). **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo dos Pinhais, vol.2, nº1, p. 115-135, Jan./Dez. 2005.

REIS, J.P; FOLGUERAS, M.V. **Caracterização de resíduos industriais para o uso em cerâmica vermelha.** CBEIMat, 17º, 2006. Foz do Iguaçu, 2006. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17cbecimat-112-021.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2007.

SANTOS, Renato A.; VIEIRA, Álvaro, et al. **Produção de agregado artificial de argila calcinada para emprego em pista experimental no estado do Rio de Janeiro.** In: Reunião Anual de Pavimentação, 38ª RAPv, Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 12ª ENACOR, 2007, Manaus. Anais...Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2007.

SANTOS (comunicação pessoal)

SILVA, Marcelino A.; PINTO, Salomão. **Misturas asfálticas a quente com agregados de argila calcinada**. Reunião de Pavimentação Urbana, 13ª, Maceió. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2006.

VALE, Sancha A; VARELA, M.L; et al. A minimização dos impactos causados pela produção de cerâmica vermelha com utilização da análise racional para formulações em massa. **Revista Cerâmica Industrial**. Vol.11,nº 5, Setembro/Dezembro, 2006.

VALICHESKI, Roberto R.; MARCIANO, Cláudio R.; PONCIANO, Nivaldo J. **Viabilidade econômica da reutilização de áreas de extração de argila em Campos dos Goytacazes-RJ**. Disponível em: < <http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/GEM/GEM-031.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2007.

ABC: Disponível em: <http://www.abceram.org.br/asp/abc_0.asp> Acesso em: 16 Dez. 2007.

ALAMBI: Disponível em <<http://www.alami.org.br>> Acesso em 16 Dez. 2007.

CANAL CIÊNCIAS: Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=210> Acesso em: 05 Jan. 2008.

CENTRAN: Disponível em: <<http://www.centran.eb.br/argila.htm>> Acesso em: 20 Dez. 2007.

CRIAR E PLANTAR: Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br/aquicultura/piscicultura/index.php>> acesso em: 10 Jan. 2008.

CTGAS: Disponível em: <<http://www.ctgas.com.br/template04.asp?parametro=155>> Acesso em: 12 Dez. 2007.

DNIT: Disponível em: <http://www.dnit.gov.br> Acesso: variado.

IBAMA: Disponível em: <http://www.ibama.gov.br> Acesso em: 16 Dez 2007.

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>> Acesso em: 20 Out. 2007.

SEBRAE/TO: Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/uf/tocantins/>> Acesso em: 10 Dez. 2007.

SEBRAE/AP: Disponível em: <<http://www.sebraeamapa.com.br/>> Acesso em: 10 Dez. 2007.