



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE-UFCG  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO-CDSA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GISLAINE HANDRINELLY DE AZEVEDO**

**POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO DO REJEITO DAS INDÚSTRIAS DE  
BENEFICIAMENTO DO CAULIM PARA A PRODUÇÃO DE TINTA ECOLÓGICA  
À BASE DE TERRA**

**SUMÉ – PB  
2017**

**GISLAINE HANDRINELLY DE AZEVEDO**

**POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO DO REJEITO DAS INDÚSTRIAS DE  
BENEFICIAMENTO DO CAULIM PARA A PRODUÇÃO DE TINTA ECOLÓGICA  
À BASE DE TERRA**

**Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Engenharia de Produção do  
Centro de Desenvolvimento Sustentável do  
Semiárido, da Universidade Federal de  
Campina Grande, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Produção.**

**Orientadora: Profa. Dra. Adriana de Fátima Meira Vital.**

**SUMÉ – PB  
2017**

A994p Azevedo, Gislaine Handrinelly de.

Possibilidades de aproveitamento do rejeito das indústrias de beneficiamento do caulim para a produção de tinta ecológica à base de terra. / Gislaine Handrinelly de Azevedo. Sumé - PB: [s.n], 2017.

43 f.

Orientadora: Professora Dra. Adriana de Fátima Meira Vital.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de produção.

1. Geotinta. 2. Tinta ecológica. 3. Rejeito de mineração. 4. Caulim I. Título.

CDU: 631.4:7(043.1)

**GISLAINE HANDRINELLY DE AZEVEDO**

**POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO DO REJEITO DAS INDÚSTRIAS DE  
BENEFICIAMENTO DO CAULIM PARA A PRODUÇÃO DE TINTA ECOLÓGICA  
À BASE DE TERRA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**BANCA EXAMINADORA**



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriana de Fátima Meira Vital**  
**Orientadora (UATEC – CDSA – UFCG)**



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cecir Barbosa de Almeida Farias**  
**Examinadora Interna (UAEP – CDSA – UFCG)**



**Pedro Moreira Soares**  
**Examinador Externo (Engenheiro Mecânico)**

Aprovado em Sumé – PB, 07 de março de 2017.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por me guiar, abençoar e não me deixar fraquejar nos momentos difíceis. Aos meus pais, Erivanor e Valdenivia, pela criação, exemplo e confiança. Aos meus irmãos, Gislandia, Gislane e Emanuel, por todo o carinho e companheirismo. A vocês o meu amor imensurável.

A professora Adriana de Fátima Meira Vital pela orientação, ensinamentos e paciência durante os anos de trabalho e parceria na proposta extensionista e na condução desta pesquisa.

A UFCG, campus de Sumé pela oportunidade da formação superior.

Aos examinadores Profa Dra Cecir Almeida Farias e ao Engenheiro Mecânico e Poeta Erudito Pedro Moreira Soares, pelas contribuições que engrandeceram o trabalho;

Ao MEC-SeSU pela bolsa concedida durante a atividade no PROEXT.

A toda equipe do Programa de Ações Sustentável para o Cariri – PASCAR pela feliz convivência na extensão universitária.

Às meninas do grupo das “Superpoderosas” por compartilharem comigo experiências fundamentais no meu crescimento acadêmico.

A todos os professores, servidores e colegas que contribuíram de forma direta e indireta nessa minha jornada rumo ao conhecimento.

A cada um de vocês, muito obrigada.

*“De repente, o que você chama de fim pode ser um recomeço”*

(Geração de Valor)

## RESUMO

A busca pela sustentabilidade tem feito com que as empresas reavaliem sua atuação na busca por produtos, serviços e processos que causem menos impactos ambientais, ajustando-se às demandas do mercado, cada vez mais exigente. No setor da mineração, as práticas produtivas representam atividade com grande dano ambiental, sobretudo quando se considera o beneficiamento. Na Paraíba, a exploração do caulim produz elevado percentual de resíduo, cuja disposição inadequada causa diversos impactos negativos ao ambiente. A pesquisa objetivou apresentar fundamentos teóricos e práticos para embasar o uso do rejeito do caulim na confecção de tinta ecológica (geotinta), como alternativa sustentável. Utilizou-se um estudo de caso para contextualizar o tema. O rejeito do caulim foi coletado às margens da BR 230, próximo ao município de Juazeirinho-PB. A tinta ecológica foi preparada utilizando-se o rejeito, água e cola branca. Para verificação do potencial da tinta ecológica, foi pintada uma parede de alvenaria. Os resultados preliminares atestam que este resíduo caulínico é uma excelente matéria-prima para fabricação de tinta ecológica, demonstrando, potencial para ser utilizado na pintura de paredes internas. Concluí-se que há viabilidade na utilização do rejeito do caulim como alternativa para a confecção de tinta ecológica, oportunizando novo direcionamento de uso desse material descartado no ambiente.

**Palavras-chave:** Rejeito de mineração. Caulim. Geotinta. Tinta ecológica.

## ABSTRACT

The search for sustainability has made companies re-evaluate their performance in the search for products, services and processes that cause less environmental impacts, adjusting to the increasingly demanding demands of the market. In the mining sector, the productive practices represent the activity with great environmental damage, especially when considering the beneficiation. In Paraíba, the exploitation of kaolin produces a high percentage of waste, whose inadequate disposal causes several negative impacts on the environment. The aim of this research was to present theoretical and practical foundations to support the use of kaolin waste in the production of ecological paint (geotinta), as a sustainable alternative. A case study was used to contextualize the theme. The kaolin reject was collected on the banks of BR 230, near the municipality of Juazeirinho-PB. The ecological ink was prepared using the waste, water and white glue. To verify the potential of the ecological paint, a masonry wall was painted. Preliminary results confirm that this kaolinite residue is an excellent raw material for the manufacture of ecological paint, demonstrating the potential to be used in the painting of internal walls. The feasibility of using the kaolin waste as an alternative to making ecological paint was concluded, providing a new direction in the use of this material discarded in the environment.

**Keywords:** Mining tailings. Kaolin. Geotint. Ecological link.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Dimensões do desenvolvimento sustentável, segundo World Resources (A) e Sachs (B).....	30
<b>Figura 2</b> - Etapas da metodologia.....	32
<b>Figura 3</b> - Disposição do rejeito do caulim às margens da BR 230 .....	33
<b>Figura 4</b> - Localização do município de Juazeirinho (PB) .....	34
<b>Figura 5</b> - Testes iniciais com rejeito de caulim.....	36
<b>Figura 6</b> - Rejeito de caulim utilizado na confecção da geotinta .....	37
<b>Figura 7</b> - Peça de cerâmica pintada com geotinta .....	37
<b>Figura 8</b> - Bandeja com a tinta pronta para uso na parede .....	37
<b>Figura 9</b> - Aspecto inicial da parede de alvenaria para o estudo de caso .....	38
<b>Figura 10</b> - Aspecto inicial da parede de alvenaria para o estudo de caso .....	38
<b>Figura 11</b> - Pintura com geotinta da parede de alvenaria finalizada .....	38

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**IPEA** – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

**IBRAM**–Instituto Brasileiro de Mineração

**RIMA** - Relatório de Impacto do Meio Ambiente

**IBAMA** - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CINEP** -Companhia de Desenvolvimento da Paraíba

**PROMIN**- Programa de Desenvolvimento da Mineração Paraibana

**EPI** – Equipamento de Proteção Individual

**CMMAD** -Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

**ABRAFATI** -Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

**IBRACON** - Instituto Brasileiro do Concreto

**COV** -Composto Orgânico volátil

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**PASCAR** – Programa de Ações Sustentáveis Para o Cariri

**CDSA** – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

**UFCG** – Universidade Federal de Campina Grande

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1 EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE.....	15
2.1 MINERAÇÃO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS .....	15
2.1.1 Atividade Mineradora e Legislação .....	17
2.2 CAULIM, EXPLORAÇÃO E USOS .....	18
2.2.1 Reserva e produção de caulim na Paraíba e Brasil.....	19
2.2.2 Impactos sociais e ambientais da exploração.....	19
2.2.3 Possibilidades de uso do resíduo do caulim.....	22
2.3 ECOLOGIA INDUSTRIAL E TECNOLOGIAS LIMPAS.....	23
2.4 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS .....	25
2.5 USO DE TINTAS NAS CONSTRUÇÕES .....	26
2.5.1 Tintas Sintéticas .....	27
2.5.2 Tintas Ecológicas.....	28
2.5.3 Geotinta.....	29
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	32
3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA .....	32
3.2 LOCAL DE COLETA DO REJEITO DO CAULIM .....	33
3.3 CONFECÇÃO DA GEOTINTA COM CAULIM.....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
4.1 PINTURA ECOLÓGICA COM CAULIM: ESTUDO DE CASO .....	36
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa está inserida no Projeto Geotintas, Programa de Ações Sustentáveis para o Cariri – PASCAR, do Laboratório de Física e Morfologia do Solo do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Tecnológica Federal de Campina Grande-UFCG. O projeto ocorre desde 2013, no campus do CDSA, como ação extensionista e como pesquisa, tendo sido realizado com jovens estudantes no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio (PIBIC-EM).

O Projeto Geotintas surgiu da necessidade de aprimorar as atividades de pintura com tinta de terra, ecotecnologia de elevado apelo social, considerando a diversidade de possibilidades de uso e aplicação do material desenvolvido. As ações elencadas pelo projeto objetivam a utilização do uso não agrícola do solo nas propostas de tecnologias alternativas, visando à conservação, valorização e valorização do solo, o aproveitamento de co-produtos (rejeitos), a geração de trabalho e renda e o fortalecimento das comunidades.

A capacidade de entender a Natureza e com ela interagir exige conhecimentos cada vez mais complexos e sem eles, o ser humano tem dificuldade de construir uma sociedade melhor. A exploração dos recursos ambientais está presente na história da humanidade desde os primórdios da civilização, sobretudo a partir do desenvolvimento da agricultura que, ao permitir a fixação dos povos fez com que buscassem na natureza utilidade para suas construções, utensílios domésticos, ferramentas de trabalho ou ostentação, como no caso da exploração das pedras preciosas.

A exploração mineral é milenar, tendo sido responsável pelo intenso desenvolvimento econômico e social das sociedades, sobretudo com a Revolução Industrial, e é, na atualidade, um dos setores básicos da economia dos países, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das pessoas, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

A atividade, contudo, causa um impacto ambiental considerável, pois altera intensamente a área minerada e as áreas vizinhas, onde são feitos os depósitos de estéril e de rejeito (co-produtos). Os efeitos ambientais estão associados, muitas vezes, aos resíduos gerados e descartados sem nenhum tipo de programa de reciclagem eficiente.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Econômica Aplicadas – IPEA (2012), as indústrias de processamento e beneficiamento mineral se destacam pela quantidade de resíduos produzidos, que caminha paralelamente ao volume de produção, o que é de extrema

preocupação para ambientalistas e pesquisadores, em virtude do aumento crescente da produção mineral nos últimos anos em todo mundo.

Segundo Bytar (2002), os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados nas categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, poluição do solo, subsidência do terreno, incêndios causados pelo carvão e rejeitos radioativos. A indústria cerâmica tradicional é a que mais se destaca na absorção desses resíduos, em virtude, principalmente, do seu elevado volume de produção.

As principais fontes de degradação são devido à disposição inadequada de rejeitos decorrentes do processo de beneficiamento. Um exemplo é a indústria de beneficiamento de caulim que produz um percentual de resíduos correspondente a aproximadamente 75% do volume total explorado (ANJOS, 2011).

Conforme exposto por Slack (2002) os processos produtivos eficientes têm forte influência sobre os aspectos de desempenho competitivo, por meio da fabricação de produtos e serviços sem erros, que minimizem as perdas durante o processo, com atendimento rápido ao consumidor, mantendo confiabilidade, oferecendo produtos a preços que possam concorrer no mercado e flexibilidade para adaptarem-se as mudanças.

Percebe-se, então, que ajustamentos operacionais nas atividades de extração de minério, que proporcionem uma redução ou reutilização desses rejeitos, tornaram-se fundamentais para ganhos de produtividade e competitividade, que hoje são diferenciais nas empresas que se posicionam satisfatoriamente no mercado.

A reciclagem e a reutilização dos resíduos minerais são excelentes alternativas a deposição em aterros e ao seu descarte indiscriminado dos resíduos, reduzindo custos dos geradores desses materiais e/ou minimizando os impactos ambientais do seu inadequado tratamento e manipulação, tendo ainda relevância no segmento econômico que incorpora o resíduo, podendo está associada à economia de matérias-primas não renováveis e energia, diversificação de matérias-primas e/ou redução de custos de produção e o dano ambiental.

Agopyan (2000) aponta como sendo do início da década de 90 as primeiras medidas consistentes no Brasil para o aproveitamento de resíduos e rejeitos na proposta de construção sustentável, com estudos mais sistemáticos e resultados mensuráveis sobre a reciclagem, redução de perdas e de energia.

Nessa perspectiva surgiram as chamadas edificações sustentáveis, também chamadas inovação verde e ecoinovação, concebidas para fazer o uso racional de recursos naturais, utilizar materiais ecologicamente corretos e alterar o mínimo possível o ambiente no qual

estão inseridas, promovendo qualidade de vida e bem estar, sem perder em critérios técnicos e elegância, sendo um novo nicho de mercado (CHARTER; CLAK, 2007).

A incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado, cujos postulados são observados e exigidos por diferentes atores sociais – governos, consumidores, investidores, associações – que alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades (FELIX, 2004).

A adoção de tecnologias sociais e a disseminação das técnicas alternativas na pintura das construções fornecerão parâmetros de credibilidade, podendo contribuir para a compreensão de que as necessidades do homem podem ser supridas conciliando-se o uso sustentável dos recursos naturais, aliando a conservação ambiental à geração de qualidade de vida, trabalho, renda e cidadania.

O uso de material alternativo nas pinturas vem ganhando destaque na literatura. Nesse contexto a utilização do rejeito do caulim pode ganhar espaço compondo os princípios da bioarquitetura e bioconstrução. Este trabalho discute a viabilidade do rejeito do caulim como matéria prima para a confecção de tinta ecológica, a geotinta.

### 1.1 Objetivo geral

Apresentar fundamentos teóricos e práticos para embasar o uso do rejeito do caulim na confecção de tinta ecológica (geotinta), como alternativa sustentável.

### 1.2 Objetivos específicos

- Descrever os usos da argila caulinítica e do rejeito do caulim;
- Caracterizar a confecção das tintas a base de terra (geotinta);
- Realizar um estudo de caso, com pintura de uma parede de alvenaria com geotinta a base de caulim.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE

As atividades produtivas humanas tem como base a apropriação de recursos naturais. Essa apropriação ocorre com a tomada de recursos para serem transformados no processo produtivo. São os recursos naturais, matéria ou energia, indispensáveis para a produção e desenvolvimento (RIOS; IRIGARAY, 2005).

Esse desenvolvimento promovido nos últimos anos possibilitou ganhos em termos de qualidade e expectativa de vida, mas não de forma abrangente, visto que, boa parte da população mundial é pobre. Ademais, o desenvolvimento também altera significativamente o equilíbrio do planeta.

Mudanças nos padrões de produção e consumo são fatores fundamentais para o desenvolvimento sustentável, que surge como forma de buscar resolver as demandas sociais e propor alterações nos hábitos de consumo, nas formas de produzir e fazer negócios, com o desafio de equilibrar proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica (JOHN; PRADO, 2010).

Exigem-se, então, soluções dos vários campos do conhecimento para entender, corrigir, reparar e formular a relação do homem com o meio ambiente, advindo em grande parte no conhecimento científico e na aplicação tecnológica. É necessário o entendimento de que o uso dos recursos naturais geram alterações ambientais e a atividade precisa ser compreendida para que os impactos das alterações sejam reduzidos (FILHO, 1995).

Filho (1995) ainda cita como exemplo a atividade extrativista de mineração, que quando exercida sem técnicas adequadas e sem controle, pode deixar um quadro de degradação oneroso na área que abriga. Sendo imprescindível o conhecimento do ambiente, das características operacionais e tecnológicas da atividade modificadora do meio ambiente.

### 2.2 MINERAÇÃO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

O Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2004) classifica a mineração como um conjunto de atividades destinadas a pesquisar, descobrir, mensurar, extrair, tratar ou beneficiar e transformar recursos minerais de forma a torná-los benefícios econômicos e sociais.

O que condiciona os principais efeitos ambientais e o uso futuro da área minerada é o tipo de lavra condicionada, e Brandt (2001) as classifica em:

- Pedreira: lavra típica de rochas industriais e de uso na construção civil. Geralmente aberta em encosta, raramente atinge o lençol freático. As paredes rochosas dificilmente são passíveis de revegetação;
- Cava: tipo mais comum de lavra de grandes empreendimentos de mineração. A cava fechada é aquela que se aprofunda na superfície da terra, e cuja drenagem das bancadas inferiores não escoam para a superfície, sendo este um fator de controle dos impactos sobre as águas superficiais. Como a cava vai sendo aberta na medida em que se avança no corpo de minério, normalmente não é possível realizara reabilitação antes que se atinja o final da vida útil da mina. Gera impactos sobre a paisagem, sendo que ao final da lavra tem-se uma modificação irreversível da superfície, com a manutenção de uma depressão geralmente ocupada por águas;
- Fatias: lavra de depósitos horizontalizados. Neste método, na medida em que se retira uma fatia de minério, pode-se recuperar a fatia anteriormente lavrada;
- Dragagem: lavra utilizada em aluviões, depósitos de terraço e dunas. O método se desenvolve por um equipamento flutuante, devendo portanto a cava estar inundada. Quando a dragagem ocorre em regime aberto, isto é; em ligação direta a cursos d'água, o método tem alto potencial impactante;
- Lavra subterrânea: existem diversos métodos de lavra subterrânea, que foram englobados neste tipo. Em geral apresentam menor impacto sobre a paisagem, porém podem gerar impactos sobre as águas subterrâneas. Nos métodos onde se faz o retorno do estéril e/ou de rejeito para as áreas já mineradas, os impactos sobre a paisagem são reduzidos

Conforme Brandt (2001), por se tratar da extração de recursos naturais não renováveis da crosta terrestre, a mineração é vista como uma atividade altamente impactante e não sustentável. Qualquer atividade que envolva a exploração dos recursos naturais, as áreas naturais exploradas e a geração de resíduos quando mal conduzidos podem gerar sérios problemas ambientais. Esses resíduos minerários representam um valor entre 70% (IPEA).

O volume pode ser expresso, segundo Bezerra; Carvalho (1997), na produção de rejeitos sólidos na atividade de beneficiamento de caulim, onde, cerca de apenas  $\frac{1}{4}$  do volume provenientes das minas é de interesse comercial, o restante são transformados em rejeitos.

De acordo com o IBRAM (2004), geralmente, os rejeitos são transportados para a área de disposição com um alto teor de água (10% a 25% de sólidos), o que pode ocasionar a



infiltração no solo dos efluentes danosos à qualidade das águas como soluções contendo cianetos, metais pesados ou com pH muito ácido.

Os efeitos ambientais e socioeconômicos regionais da geração desses resíduos dependem, principalmente, da forma na qual as empresas realizam suas atividades, desde o planejamento, desenvolvimento, e o grau de cumprimento das leis exigidas.

### 2.2.1 Atividade Mineradora e Legislação

No Brasil, o primeiro dispositivo legal visando reduzir impactos negativos causados por mineração foi o Decreto Federal de nº 88.351, de 1983, onde determina que, o licenciamento de atividades modificadoras do ambiente dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo.

O parágrafo 1º do artigo 225 da Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988), no capítulo IV dedicado ao meio ambiente, designa que cabe ao poder público “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”.

As respostas esperadas com uma avaliação de impacto ambiental devem dar ao órgão ambiental competente são as seguintes (BRANDT, 2001):

- Os impactos ambientais a serem gerados pelo empreendimento estarão dentro dos limites permitidos pelas leis, normas e regulamentos aplicáveis;
- Está sendo adotada a tecnologia mais indicada e mais eficiente para as características do empreendimento e do meio onde este se insere;
- Os impactos ambientais a serem gerados pelo empreendimento estarão em níveis tais que sejam assimiláveis ou estejam dentro da capacidade de autoregeneração dos elementos ambientais existentes atualmente ou de sistemas alternativos ambientalmente sustentáveis e auto suficientes a longo prazo, podendo ser recuperados por métodos conhecidos, isto é; os impactos gerarão passivos reabilitáveis com efeito estabilizado ou positivo sob o ponto de vista ambiental, para os meios físico, biológico e antrópico.

Nesta perspectiva, o mesmo artigo 225 da Constituição Federal, no parágrafo 2, estabelece que "aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei".

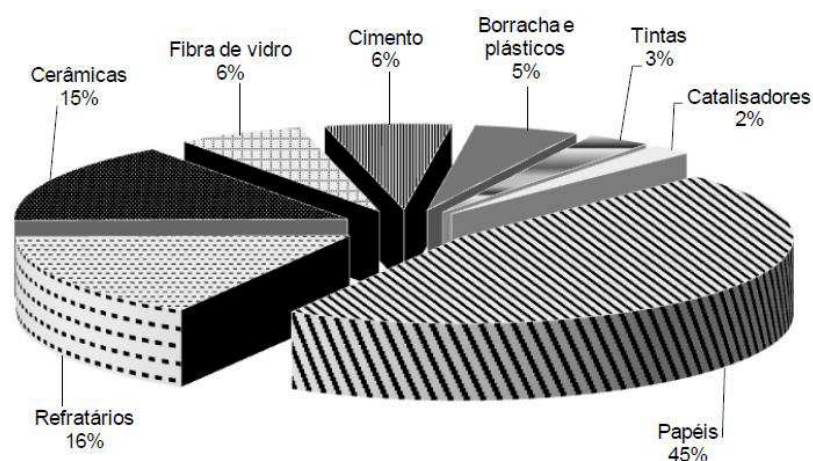
Neste contexto, nas atividades de extração mineral, inclusive de argila (caulim), por menor que seja o empreendimento, sempre haverá o potencial de degradação do meio ambiente e, conseqüentemente, a obrigatoriedade de sua restauração (BRANDT, 2001).

### 2.3 CAULIM, EXPLORAÇÃO E USOS

O termo caulim é utilizado tanto para denominar a rocha que contém a caulinita, como o seu principal constituinte, quanto para o produto resultante do seu beneficiamento. Caulim é uma rocha de granulometria fina, constituída de material argiloso, normalmente com baixo teor de ferro, de cor branca ou quase branca, tendo sido descoberto na região montanhosa de Jauchou Fu, na China. O nome deriva assim, da palavra chinesa kauling, que significa cume alto (BEZERRA; CARVALHO, 1997).

A rocha do caulim contém outras substâncias sob formas de impurezas, como areia, quartzo, palhetas de mica, grãos de feldspato, óxidos de titânio e é incorporado a vários produtos nas industriais de papel, cerâmica, fármacos, cimento, fertilizantes, agrotóxicos, borracha, plásticos e tintas, por conferir propriedades de resistência térmica e mecânica, durabilidade e rigidez. Todavia, apesar de grande importância tecnológica a extração do caulim e beneficiamento produzem enorme quantidade de resíduos, em virtude de seu processamento ter rendimento de, aproximadamente, apenas 20% do total extraído (ROCHA, 2005).

**Gráfico 1** - Destinação do caulim por segmento industrial (dados de 2001)



Fonte: Murray (2007, p. 2), com modificações

O caulim é um mineral amplamente utilizado por diversos setores industriais, cabendo destacar o de papel, que consome cerca de 47% da produção mundial, sendo 33% para revestimento ou cobertura ('coating') e 14% para carga ('filler') (MURRAY, 2007).

Segundo Mártires (2008) o processo de obtenção do caulim tem seu início com a remoção da camada estéril e a extração do minério bruto. Após a eliminação de areia, o material é disperso em água e transportado até o beneficiamento, onde ocorre centrifugação, remoção de ferro por separação magnética e branqueamento químico, para posteriormente o material resultante ser filtrado e secado gerando os produtos finais.

### 2.3.1 Reserva e produção de caulim na Paraíba e Brasil

O Departamento Nacional de Produção Mineral(2016) aponta que as reservas de caulim mais abundantes, com destaque para a qualidade do mineral, são encontradas nos Estados Unidos, Uzbequistão, Alemanha, Reino Unido, Turquia, República Tcheca e Brasil.

O Brasil dispõe de 28% da reserva mundial de caulim, sendo aproximadamente 97% encontradas nos estados do Pará, Amapá e Amazonas. O Estado do Pará foi responsável por aproximadamente 80 % do total da produção interna do caulim brasileiro em 2014, com 1.435.239 t produzidas.

A ocorrência do mineral no Estado da Paraíba localiza-se na Microrregião do Seridó. Segundo o Balanço Mineral (2001) a Paraíba aparece na 15ª posição com reservas de caulim nacional (correspondendo a um valor de 357.275 t), sendo os municípios de Juazeirinho, Junco do Seridó os principais produtores. Na Paraíba, a produção é destinada, basicamente, para as indústrias de cerâmicas refratárias e brancas.

Como resultado do beneficiamento do caulim, a indústria produz uma quantidade de rejeito muito elevada, um arenoso e um argiloso, que não agregam valor econômico. Esse material é depositado aleatoriamente no meio ambiente, sendo acumulados nos espaços da Caatinga e próximo das residências, constituindo um problema para os municípios produtores, que demandam cada vez mais áreas para deposição.

Autores como Luz; Lins (2005) apontam que boa parte de minas de caulim na Paraíba utiliza, de forma rudimentar, o método de lavra subterrânea, embora na maioria das minas de caulim do mundo utiliza-se o método de extração do minério por lavra a céu aberto por apresentar vantagens econômicas.

### 2.3.2 Impactos sociais e ambientais da exploração

A extração de um volume expressivo de argila e de materiais rochosos, em todas as suas fases, envolve atividades que provocam impactos ambientais, para o meio físico e biótico, e conseqüentemente acarretam problemas socioeconômicos.

De acordo com Resolução do CONAMA (BRASIL, 2005), impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração nas características físicas, químicas e ou naturais do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas. Alguns desses impactos dependem de fatores como: tipo de minério, técnicas de extração e beneficiamento, o que requer diferentes medidas para a recuperação das áreas afetadas.

A indústria da mineração e beneficiamento do caulim gera milhares de toneladas de resíduos sólidos por ano, que, em geral, são descartados indiscriminadamente no meio ambiente. O que faz com que o caulim, apesar da sua grande importância em várias indústrias, como a da borracha, do plástico, de tintas, papel, tintas, porcelanas finas, revestimentos cerâmicos, isolantes elétricos etc., esteja associado a um grande passivo ambiental.

Além do desmatamento para abertura de banquetas e corte de árvores para consumo de lenha; abertura de crateras abandonadas a céu aberto e desencadeamento dos processos erosivos; poeira excessiva; assoreamento e alteração química nos aspectos de coloração nos cursos de água; dispersão de animais silvestres para outras regiões, a atividade também contribui para outros impactos que não podem ser desprezados como, por exemplo, alterações na paisagem, na topografia e nos córregos e açudes (SILVA, 2011).

O beneficiamento do caulim envolve a utilização de processos que alterações físicas e biológicas no ambiente. A forma como as operações de gerenciamento do processo de extração, do tipo de minério, das técnicas de extração utilizadas e do beneficiamento do caulim são conduzidas influenciará diretamente o ambiente da região no qual o negócio está inserido.

Por se tratar de uma atividade extrativista, as indústrias de beneficiamento de argila caulinita, por suas propriedades intrínsecas, modificam e acarretam danos ambientais, caso não gerida de forma a buscar minimizar essas alterações.

Além do mais, quando existe a presença de substâncias químicas nocivas na fase de beneficiamento do minério, isto pode significar um problema mais sério do ponto de vista ambiental.

No decorrer do processamento e beneficiamento do caulim, há a produção de rejeitos líquidos e sólidos. Esses rejeitos podem conter, além de outros contaminantes, concentração de metais como o Ferro (Fe), Alumínio (Al), Zinco (Zn) e Cádmo (Cd), acima do permitido

pela legislação. Os reflexos dessa contaminação extravasam, frequentemente, os limites das áreas de trabalho, atingindo também a topografia, flora, fauna, sistema hídrico e morfofisiológico do solo, etc. (AUMOND; BALISTIERI, 1997; LUZ; LINZ, 2005).

Estima-se de 80 a 90% de produção de resíduo de caulim do volume bruto explorado. Esses resíduos são, em geral, descartados indiscriminadamente em campo aberto, desprezando-se as exigências de utilização de aterros e provocando uma série de danos ao meio ambiente e à saúde da população residente nas regiões circunvizinhas aos “depósitos” de resíduos (ROCHA, 2005).

Em seu trabalho Nóbrega (2007) relata que, os resíduos de caulim na Paraíba os resíduos gerados ainda não possuem valor econômico e nem destino adequado, por isso o descarte é feito próximo de onde houve a extração de forma que não haja custo de transporte. Esses resíduos representam problemas para o município, produtores e meio ambiente.

Há, também, um grande desperdício de caulim dentro da atividade de beneficiamento, como já apresentado neste trabalho, conseqüentemente na microrregião Seridó da Paraíba, produtora de caulim. Existem inúmeras formas de se aproveitar os rejeitos desse minério. Proveniente dessa possibilidade há a geração de empregos diante à demanda de mão de obra para a produção de tais produtos.

A fim de minimizar os possíveis impactos negativos gerados pelo exercício da atividade, é imprescindível a adoção de medidas compensatórias para a recuperação do meio ambiente, com ações que propiciem a reciclagem e reutilização dos rejeitos proporcionando, possivelmente, benefícios socioeconômico e ambiental.

É importante reconhecer e manter sob controle os impactos que esta atividade provoca no meio ambiente, assim proporcionando um meio ambiente adequado para as presentes e futuras gerações.

Além dos impactos citados, há ainda impactos sociais positivos e negativos. Como positivos pode-se citar a oferta de mão de obra e compensação ambiental por parte das mineradoras. Assim considerando, o Governo da Paraíba, juntamente com a Companhia de Desenvolvimento da Paraíba (CINEP)<sup>1</sup>, contemplou em 2013 empresas com incentivos fiscais na cidade de Juazeirinho, para permitir a manutenção e a ampliação de empregos no município, a longo prazo, além de atrair novos negócios e estimular a economia.

Além do incentivo fiscal, houve a criação do Programa de Desenvolvimento da Mineração (PROMIN), que tem como objetivo conscientizar a população e os garimpeiros da

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.cinep.pb.gov.br/site/ler.php?id=136>

importância do associativismo, promovendo capacitações, acesso tecnologia, crédito e novos mercados. Os convênios promovidos pela PROMIN deram visibilidade à atividade e contribuíram significativamente para a difusão de ideias de mineração e desenvolvimento do local.

Ressalta-se que na etapa da lavragem do caulim há sérios problemas, ligados à segurança e a saúde dos trabalhadores. Geralmente os mineiros trabalham em condições precárias, sem equipamentos proteção individual (EPI) adequados, tanto para a sua proteção, quanto para o transporte do material extraído.

Nóbrega; Menezes (2010) referem-se ao trabalho que é desenvolvido sob jornadas de trabalho muito intensas que começam às sete horas da manhã e se estendem, no geral, até as dezesseis horas com uma pausa de no máximo uma hora.

O trabalho no garimpo de caulim é executado com base na experiência empírica dos garimpeiros; é executado sem que haja nenhum conhecimento sobre segurança no trabalho. Nas galerias não há vigas de sustentação, nem escoramento, facilitando assim o desmoronamento das mesmas. A iluminação é realizada através de velas. Além da função de iluminar as galerias, as velas servem também para medir a quantidade de oxigênio, presente no ar, em profundidades muito grandes, abaixo de 50 metros. Registra-se que nos últimos cinco anos foram mais de trinta mortes por soterramento em mais de trinta minas de caulim e quartzito distribuídas ao longo dos municípios de Juazeirinho e Junco do Seridó (CARDINS, 2008).

### 2.3.3 Possibilidades de uso do resíduo do caulim

A utilização dos resíduos da atividade de extração do caulim é importante tanto do ponto de vista social e ambiental, quanto do técnico e econômico, por possibilitar o uso eficiente dos recursos e a inserção de produtos ecológicos ao mercado cada vez mais exigente por produtos ecologicamente corretos.

Uma abordagem que já vem sendo discutida pela indústria da mineração é a adoção de medidas e procedimentos que possibilite a reutilização dos resíduos para uso comercial e, conseqüentemente, a redução dos efeitos negativos causados pelo descarte inadequado. A utilização de matérias primas alternativas representa uma condição para o desenvolvimento sustentável, uma vez que é inevitável a geração de resíduos. Destaca-se que para diversos materiais há uma diferença entre reciclagem e reutilização ou reaproveitamento do resíduo.

Reciclagem é um conjunto de técnicas para transformação aplicada a materiais cuja finalidade é o aproveitamento de detritos e rejeitos de forma a reintroduzi-los no ciclo de produção que podem retornar ao seu estado original ou transformando-os e produtos iguais em todas suas características (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

A reutilização consiste no reaproveitamento de um material já beneficiado para formação de novos produtos com características e propriedades físico-químicas diferentes do material original, uma vez que ocorre a degradação destas a cada processo (MENEZES; NEVES; FERREIRA 2002).

Pesquisas diversas vêm sendo dedicadas à reciclagem do resíduo do beneficiamento do caulim através de sua incorporação em formulações cerâmicas para a produção de blocos, telhas e revestimentos cerâmicos. Entretanto, a reciclagem e a re-utilização de resíduos deve ser encarada não apenas do ponto de vista ambiental, mas também em termos de viabilidade econômica.

Estudos realizados por Sousa Neto (2004), utilizando o rejeito do caulim como fíler (diluyente que aumenta a trabalhabilidade, diminui a capilaridade e a permeabilidade de argamassas e concretos) nos concretos asfálticos, em substituição aos materiais convencionais, mostraram que o aumento de incremento de fíler provoca um aumento na viscosidade e diminui o valor de penetração, contribuindo com a estabilidade no concreto asfáltico.

Rocha (2005) incorporou resíduos de caulim em argamassas com propósito de inserção na construção civil com resultados favoráveis, dentro das normas da ABNT.

Conforme exposto por Slack et al. (2002) os processos produtivos eficientes têm forte influência sobre os aspectos de desempenho competitivo, por meio da fabricação de produtos e serviços sem erros, que minimizem as perdas durante o processo, com atendimento rápido ao consumidor, mantendo confiabilidade, oferecendo produtos a preços que possam concorrer no mercado e flexibilidade para adaptar-se as mudanças.

## 2.4 ECOLOGIA INDUSTRIAL E TECNOLOGIAS LIMPAS

As primeiras discussões acerca da Ecologia Industrial datam do final da década de 80 e início da década de 90 (ERKMAN, 1997) e seus princípios provêm do universo da engenharia e se constituem em uma resposta ao impacto destrutivo dos sistemas industriais nos ecossistemas naturais, dos quais os primeiros dependem.

O propósito deste setor de estudo, segundo Manahan (2013), contrapõe-se ao velho modo insustentável de produção, abrangendo abordagens à produção, distribuição, utilização e terminação de bens e serviços de modo a maximizar a utilização de materiais e energia, reduzindo o consumo de matérias-primas e de energias não renováveis.

A Ecologia Industrial visa conciliar, de forma sistêmica e compatível, as atividades econômicas industriais e o ambiente ao qual está inserido, integrando o ecossistema, a biosfera, as relações humanas e tecnologia (ERKMAN, 1997).

A adoção de práticas da Ecologia Industrial envolve o aperfeiçoamento da utilização de materiais, como as matérias-primas, a matéria acabada, passando pelo componente e pelo produto e finalizando com o produto obsoleto e seus componentes, considerando a energia e o capital (MANAHAN, 2013).

Esse novo cenário é reflexo da regularização de leis ambientais e das mudanças nos padrões de consumo nos últimos anos. O mercado está cada vez mais atento a qualidade do produto ou serviço, ao processo envolvido na fabricação e como as empresas lidam com questões socioambientais. A pressão imposta por um meio ambiente mais equilibrado exige da indústria medidas que gerem benefícios econômicos, sociais e ambientais em todos os elos da cadeia de produção.

As práticas utilizadas para a produção de bens ou serviços que não agridam e preservam o meio ambiente e que visam à eficiência ecológica é definido tecnologia limpa (SCHENINI, 1999). A adoção de tecnologias limpas assegura a redução, ou até eliminação, da produção de qualquer malefício, poluição ou resíduo, e ajuda na economia de matérias-primas, recursos naturais e energia. Podendo ser introduzidas no projeto, com mudanças nos processos de manufatura, ou em um processo existente, com a separação e utilização de produtos secundários que seriam perdidos (BASS, 1997).

Diniz (2015) explica que a produção limpa leva em consideração todos os processos que compõe os sistemas de fabricação, de forma que não haja em nenhuma das fases a perda de matéria prima, visto que os recursos são limitados, onde se enfatiza a sustentabilidade.

Existem programas de produção que auxiliam nos processos sustentáveis, de forma que os recursos virem produtos que deixem de gerar resíduos. Esses programas têm vieses em inovação, competitividade, responsabilidade socioambiental (DINIZ, 2015).

Nesse contexto, é primordial para setores industriais, que desempenham atividades impactantes ao meio que estão inseridos, o uso de alternativas que prezem por práticas sustentáveis. Em especial na área da construção civil, considerado um ramo que mais causa



impactos ao meio ambiente, devido ao alto consumo de materiais, energia e geração de resíduos.

É notório que, na atualidade, o desafio das indústrias está em tornarem-se e manterem-se hábeis para aumentar seus ganhos econômicos, com a diminuição da degradação ambiental, causada por seus processos e produtos. A produção limpa se apresenta como uma alternativa que, por meio de uma avaliação técnicas, econômica e ambiental no processo produtivo e no produto das indústrias, proporciona melhorias contínuas que geram redução de custos e o aumento dos ganhos.

## 2.5 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da Organização das Nações Unidas (ONU), define o conceito Desenvolvimento Sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (CMMAD/ONU apud SUERTEGARAY, 2000).

A gestão da qualidade revolucionou as construções durante a última década e, hoje, a gestão ambiental está sendo considerada de elevada importância. O meio ambiente, a segurança e a saúde ocupacional dos trabalhadores, passaram a ser considerados o paradigma da atualidade. Visando reduzir o impacto ambiental dos edifícios, vários países do mundo, têm desenvolvido sistemas de avaliação do desempenho ambiental (SILVA et al, 2003).

Na busca por promoção da sustentabilidade, é imperioso que as construções, rurais e urbanas, primem pelo uso de material alternativo, que causem impactos mínimos ao meio ambiente, e que tragam o sentimento de pertencimento ao local e a valorização do ambiente.

A inovação sustentável também pode ser entendida como processo de desenvolvimento de novos produtos ou processos que forneçam negócios de valor, mas que também diminuam os impactos ambientais.

Temáticas e princípios direcionados à promoção da sustentabilidade cada vez mais orientam a construção civil, considerado um dos setores que mais causa impactos ao meio ambiente, devido ao alto consumo de materiais, energia e geração de resíduos (USP; JOHN; AGOPYAN, 2003).

Brandt (2001) aponta a construção civil como o setor de papel fundamental para a realização dos objetivos ao desenvolvimento sustentável. Por seus resíduos gerarem mais de 50% do conjunto de resíduos gerados pelas atividades humanas.

Os desafios para o setor, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, é recomendável (BRANDT, 2001):

- Mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições;
- Busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis;
- Gestão ecológica da água;
- Redução do uso de materiais com alto impacto ambiental;
- Redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais.

Nesse contexto, a fim de minimizar os danos causados pela construção civil, a agenda 21 (1997) define a construção sustentável em: "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica".

Faz-se necessário a adoção de políticas públicas que viabilize e acelere o progresso do pensamento mais centrado e articulado em novas habitações sustentáveis, construção e tecnologias de construção (produtos e serviços) (CHARTER; CLARK,2007).

A sustentabilidade nas construções deve estar presente no projeto no projeto de todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até sua re-qualificação, desconstrução ou demolição. Com o detalhamento do que deve ser feito em cada fase da obra, demonstrando aspectos e impactos ambientais e como estes itens devem ser trabalhados para que se caminhe para um empreendimento que seja: uma ideia sustentável, uma implantação sustentável e uma moradia sustentável (FELIX, 2004).

## 2.6 USO DE TINTAS NAS CONSTRUÇÕES

Os primeiros indícios de criação e utilização da tinta, com suas transformações e inovações, se confunde com a própria civilização. Tons, texturas e tratamentos poderiam ser vistas em imagens que retratavam a história humana da época. A partir de meados do século XIX, por consequência da revolução industrial, a tinta sofreu transformações radicais. O desenvolvimentos de indústrias de tintas à óleo, acrescido com pesquisas químicas que

introduziram novos pigmentos, foi possível obter tintas variadas com textura e plasticidade para os mais variados fins (CUNHA, 2011).

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas - ABRAFATI<sup>2</sup> define tinta como uma “composição química formada por uma dispersão de pigmentos em uma solução ou emulsão de um ou mais polímeros, que, ao ser aplicada sobre uma superfície, transforma-se em um filme a ela aderente, com a finalidade de colorir, proteger ou embelezar”.

Freire (2006) explica que, no mercado, existe uma grande variedade de tipos de tintas e formas de aplicações, utilizadas na construção civil. São exemplos: látex PVA, de grande rendimento e durabilidade, indicada para pinturas externas e internas sobre superfícies de reboco, massa corrida, massa acrílica, texturas, gesso, madeiras, etc.; acrílica, usada nas superfícies de alvenaria interna e externa, com acabamentos foscos e semibrilho; epóxi, de alta resistência à umidade, à produtos químicos e abrasão, sendo usadas até em lugares de áreas inundadas, como box, piscinas e caixas-d’água; esmaltes/óleos, que são indicados para usos externo e interno, com acabamentos que variam do brilhante, acetinado ao fosco; vernizes, geralmente aplicados em madeiras, com acabamentos brilhantes e fosco e nos padrões a imitar as madeiras (mogno, imbuia, cedro e cerejeira).

O que difere os tipos de tintas, propriedades e desempenho são a sua composição e formulação dos componentes básicos. O conhecimento dos componentes que compõe uma tinta assim como as proporções na formulação estimula algumas propriedades da pintura podendo ser atingida de acordo com a necessidade almejada. Porém, de modo geral, as indústrias procuram desenvolver a tinta com certos padrões, de maneira a ter a melhor relação custo- benefício (IBRACON, 2016).

### 2.6.1 Tintas Sintéticas

As tintas convencionais, basicamente, tem em sua composição resina, pigmento, solventes e aditivos, com propriedades específicas, que funcionam da seguinte maneira (FREIRE, 2006):

- Resina: é responsável pela fixação da tinta no local da aplicação. Em uma analogia com o concreto, a resina em relação à tinta, tem a mesma função do aglomerante;
- Pigmento: são responsáveis pela cobertura, rendimento, coloração e volume;

---

<sup>2</sup><http://www.abrafati.com.br/informacoes-uteis/glossario/>

- Solvente: é responsável pela solubilidade dos componentes, pela viscosidade e tempo de secagem das tintas, além de características típicas de inflamabilidade, toxicidade e forte odor;
- Aditivos: são responsáveis pela correção e melhoria das tintas, proporcionando características especiais. Os aditivos atuam da condição de produção, armazenamento, aplicação. Compreendem os grupos dos anti-sedimentares, secantes, plastificantes, antioxidantes, dispersantes, fungicidas e bactericidas, antiespumantes, anti-flotantes, alastrantes e controladores de viscosidade.

As tintas, contudo, podem ser a base de água. Isso significa que o solvente é substituído por água. A principal vantagem no uso é que ela é inodora e não inflamável. Além disso, oferecem melhor flexibilidade em longo prazo, maior resistência ao craqueamento, amarelamento e à proliferação de microrganismos biológicos.

Esses componente usualmente presentes nas tintas sintéticas, utilizadas na construção civil, apresentam toxinas e elementos maléficos, além de gases nocivos à saúde, que são conhecidos como os COVs (Compostos Orgânicos voláteis), presentes nos aditivos, vernizes e solventes (CUNHA, 2011). Com isso, a tinta ecológica vem ganhando espaço no mercado por não apresentar estes problemas, funcionando como alternativa às tintas comuns.

### 2.6.2 Tintas Ecológicas

Na busca pela promoção da sustentabilidade, é imperioso primar pelo uso de materiais alternativos, que causem menos impactos aos recursos ambientais, aperfeiçoem processos e minimizem gastos.

Na redução dos impactos causados pelas tintas, Uemoto et al (2006) dizem que são várias as tecnologias adotadas no setor. Como a produção de produtos sem odor e com menor teor de COV ou até isento desse tipo de emissão, redução da quantidade de solventes, com reformulação dos solventes normalmente empregados, substituição de pigmentos a base de metais pesados, produção de tinta em pó, tintas ecológicas e etc.

Insumos reciclados podem contribuir para a redução dos impactos ambientais relacionados às tintas. Um exemplo são as tintas ecológicas. As tintas ecológicas são compostas por matérias-primas naturais, pigmentos, aglutinantes e solventes que não causam danos à saúde e ao meio ambiente, ou seja, não há presença de insumos de origem química, conseqüentemente, não liberam COVs nas edificações. Basicamente, a energia necessária para sua fabricação dar-se-á no transporte, mistura e aplicação (FREIRE, 2006).

O autor ainda apresenta alguns tipos de tintas ecológicas e suas vantagens, tais como:

- Tintas orgânicas: são produzidas a partir de extratos vegetais e minerais misturados com óleos e resinas naturais. São biodegradáveis e não apresentam toxinas.
- Tintas de cal: são feitas com cal, pigmentos naturais e óleos. Processo antigo de pintura, com fácil aplicação e de baixo custo.
- Tintas minerais: são produzidas de matérias minerais, devendo ser diluídas em água. São vantajosas por não possuir substâncias tóxicas
- Tintas de terra: são produzidas utilizando terra em sua composição. Possui a vantagem de deixar a parede respirar, garantindo um controle de umidade relativa no ar. Não desbota e podem ser utilizadas em paredes internas e externas.

Técnicas de incorporação de matérias-primas alternativas para a fabricação de tintas surgem como opção eficiente e sustentável na substituição da utilização de recursos não renováveis, buscando reduzir impactos ambientais através de compostos orgânicos voláteis, cuidando do ciclo de vida e proporcionando ambiente mais saudáveis.

### 2.6.3 Geotinta

A geotinta é uma proposta inovadora, embora seu uso seja milenar, conseguida a partir da manipulação de diferentes tipos de solo, apresentando-se como uma proposta inovadora de valorização do solo e ecotecnologia social (CAPECHE, 2010; SILVA et al., 2013).

As tintas de terra podem ser aplicadas em áreas internas ou externas, sobre substratos de cimento, cal, concreto; podem ser pintadas peças de artesanato em geral, telas, cerâmica, etc. No caso de paredes, essas devem ser lixadas para retirada da tinta anterior para criar a porosidade necessária para ancoragem da nova tinta (CARVALHO et al., 2007).

Vários procedimentos são adotados na utilização do solo como matéria-prima, como para construções, arte em cerâmica e tinta de terra. Usar o solo como recurso gerador de arte, através da pintura com tinta de terra, é possibilitar o diálogo sobre as questões que lhe são próprias, disseminando práticas sustentáveis de uso e manejo na tentativa de popularizar o conhecimento desse recurso natural, além de proporcionar alternativa de renda (DUARTE, 2009; CAPECHE, 2010; SILVA, 2015).

A tinta de terra compreende produtos, técnicas e metodologias que visam a transformação social, favorecendo a organização das comunidades, desenvolvendo a

criatividade e ocasionando a melhoria da autoestima dos envolvidos, além de proporcionar alternativa de renda, inserindo-se na proposta da permacultura e bioconstrução (CARVALHO et al, 2007).

Por ser um produto ecológico, a tinta de terra tem mais qualidade e acabamento diferenciado. Além de ser um material atóxico e inodoro, resistente às intempéries, de longa durabilidade, não trinca, não desbota, não descasca e quando descartado na natureza se reintegra sem impactar negativamente. A produção do pigmento a base de terra é um processo físico, sem emissões tóxicas e com baixo consumo de energia (SILVA, 2015).

O resgate das técnicas de pinturas feitas com terra usando solos como pigmentos permitiu, só aqui no Brasil, a catalogação de mais de 40 cores básicas que podem ser inclusive misturadas entre si, resultando numa infinidade de cores e tons (CARVALHO, 2007).

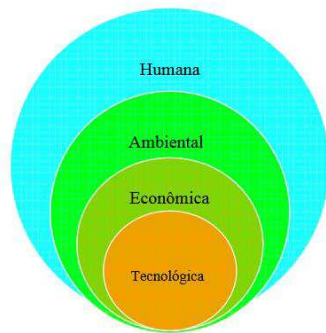
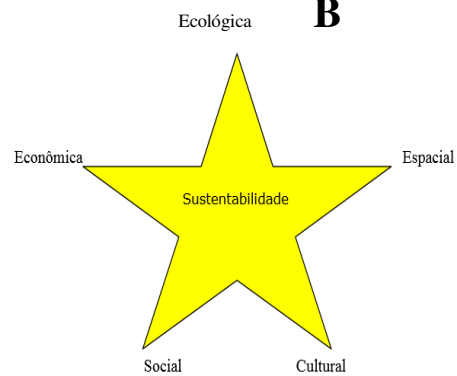
A tinta é a base d'água, solvente natural, usando como aglutinante a cola branca e como pigmento as cores da terra. A geotinta não forma película sintética e possui uma porosidade que deixa a parede “respirar”, ou seja, permite a troca de calor entre os ambientes. A temperatura dos cômodos fica mais agradável e, conseqüentemente, o consumo de energia com refrigeradores de ar diminui.

Para confecção da geotinta usa-se água, solo e cola branca e o produto pode ser aplicado na parte interna ou externa das construções, em superfícies de alvenaria, madeira, metal, plástico e gesso. O rendimento é de, pelo menos, 1 litro/m<sup>2</sup> com duas demãos acabadas.

O uso da tinta de terra é uma proposta inovadora de valorização do solo (CAPECHE, 2010), sendo igualmente uma ecotecnologia social ou inovação tecnológica.

Sá et al. (2012), estudaram diversas cores de terra no preparo de tintas que foram utilizadas em paredes. Os resultados revelaram que a tinta obtida apresentou características similares as observadas nas tintas industrializadas, como capacidade de cobertura, fixação da cor, secagem relativamente rápida e boa aderência à parede. Por oportuno, os autores citam como vantagem da tinta de terra o fator econômico, sendo muito mais barata, inclusive do ponto de vista energético, quando comparado a uma tinta industrializada.

Acrescenta-se que a proposta da geotinta insere-se no contexto do desenvolvimento sustentável, abordando as quatro dimensões, sendo inovador no aparecimento do aspecto tecnológico (COLAÇO, 2008), embora contemple igualmente a proposta de Sachs (2002), como pode ser melhor observado a seguir (Figura 1).

**A****B**

**Figura 1** - Dimensões do desenvolvimento sustentável, segundo World Resources (A) e Sachs (B).

**Fonte:** Colaço (2008)

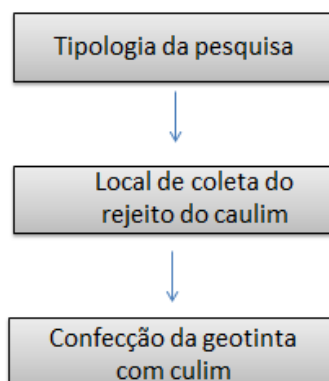
Ressalta-se que na atualidade, as construções humanas exigem qualificação e técnicas cada vez mais apropriadas, vantajosas e sustentáveis, que atendam às demandas do mercado, sempre mais focado no pilar do ecologicamente correto, na inovação tecnológica, abraçando os conceitos da bioconstrução, eixo da Permacultura (ORR, 2002).

Adotar soluções construtivas que propiciem mais qualidade ambiental ao empreendimento imobiliário aumenta a qualidade de vida dos usuários da edificação, assim como a dos habitantes do entorno da edificação, pois as relações ambientais desenvolvem-se em diferentes escalas.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia que compõe este trabalho consiste nas seguintes etapas conforme exemplificado na Figura 2.

**Figura 2** - Etapas da metodologia



Fonte: Autor (2016)

#### 3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

As pesquisas podem ser classificadas de diversas formas, o mais comum é dividir do ponto de vista da sua natureza, conforme a forma de abordagem do problema, objetivos e procedimento técnicos.

A pesquisa foi realizada através de estudo exploratório descritivo, em que utilizou-se como instrumentos, levantamento bibliográfico, fotográfico e observação. Para Gonsalves (2011) a pesquisa descritiva ‘objetiva escrever as características de um objeto de estudo’, no caso, buscou-se descrever os principais elementos que caracterizam a atividade mineral.

Segundo Gil (2010, p.27), as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Completando Netto (2006, apud SOUZA 2008, p.13) afirma que a pesquisa exploratória “estabelece critérios, métodos e técnicas para elaboração de uma pesquisa e visa oferecer informações sobre o objeto desta e orientar a formulação de hipóteses.

No que diz respeito ao procedimento utilizado, classifica-se o estudo como pesquisa bibliográfica, por ser baseada em livros, artigos, leis, sítios eletrônicos, artigos científicos e trabalhos monográficos, mas também documentos internos da organização estudada, que, segundo Gil (2010, p.29-31) “é elaborada com base em material já publicado.



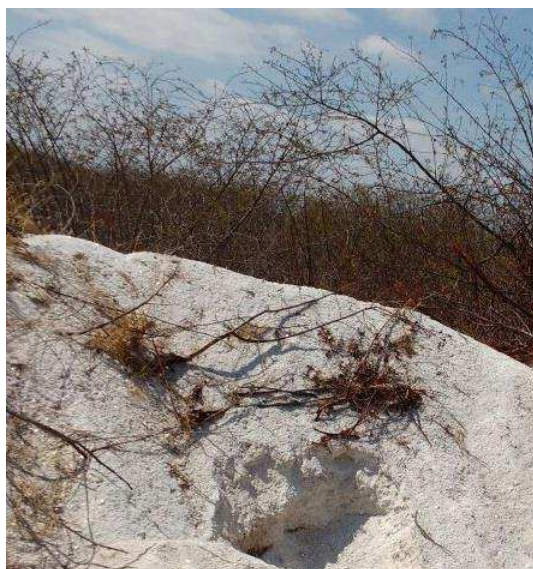
Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos”.

Classifica-se esta pesquisa também, como estudo de caso, pois os dados são coletados por meio de observação. Este procedimento é conceituado por Michalyszyn e Tomasini (2008, p.51) como “estudo profundo e exaustivo de indivíduos e instituições em particular, de maneira a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento.”.

### 3.2 LOCAL DE COLETA DO REJEITO DO CAULIM

Para o estudo de caso, foram coletadas amostras de rejeito de caulim provenientes de três áreas de descarte de empresas localizadas na cidade de Juazeirinho-PB, e depositados às margens da BR 230 (Figura 3).

**Figura 3** - Disposição do rejeito do caulim às margens da BR 230



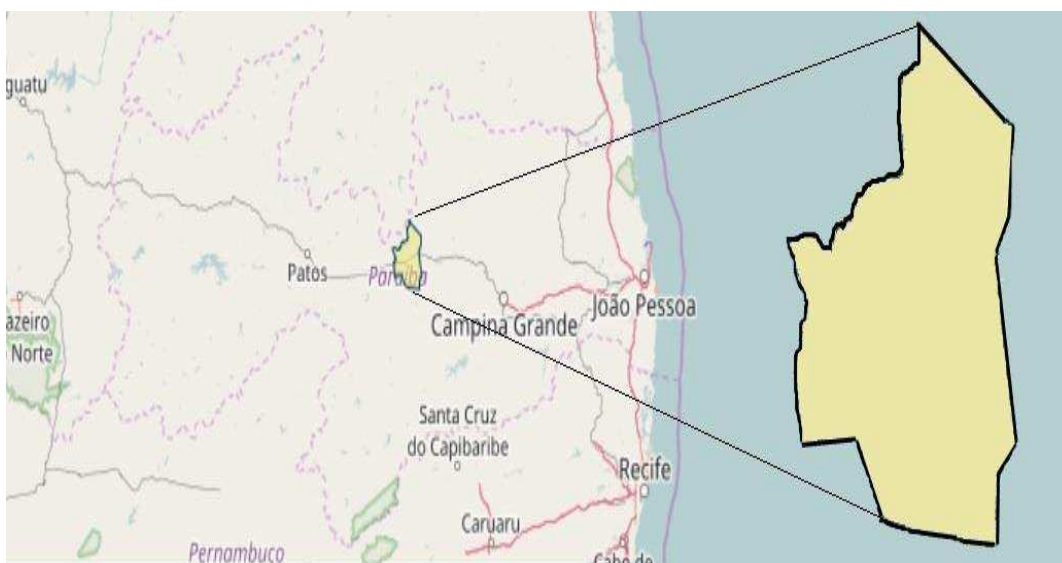
**Fonte:** Dados da pesquisa de campo (2016).

Juazeirinho está localizado na unidade geomorfológica paraibana da Superfície da Borborema, na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Seridó Oriental. A posição geográfica está limitada pelas longitudes  $36^{\circ}28'13''\text{O}$  e  $36^{\circ}40'37''\text{O}$  e latitudes  $6^{\circ}53'20''\text{S}$  e  $7^{\circ}11'18''\text{S}$  (IBGE).

O clima é do tipo semiárido (Bsh) quente e seco, com chuvas de verão e a vegetação é típica do bioma Caatinga. A área territorial é de 467,52km<sup>2</sup> com uma população de 16.776 habitantes, com densidade demográfica de 35,88hab/km<sup>2</sup> (IBGE).

Quanto aos solos, são jovens, de pouca profundidade, claros, destacando-se como principais classes conforme Embrapa (2006) os PLANOSSOLOS NÁTRICOS, NEOSSOLOS LITÓLICOS, NEOSSOLOS REGOLÍTICOS e LUVISSOLOS CRÔMICO. O relevo é montanhoso, destacando-se as serras dos Borges e das Carneiras (Figura 4).

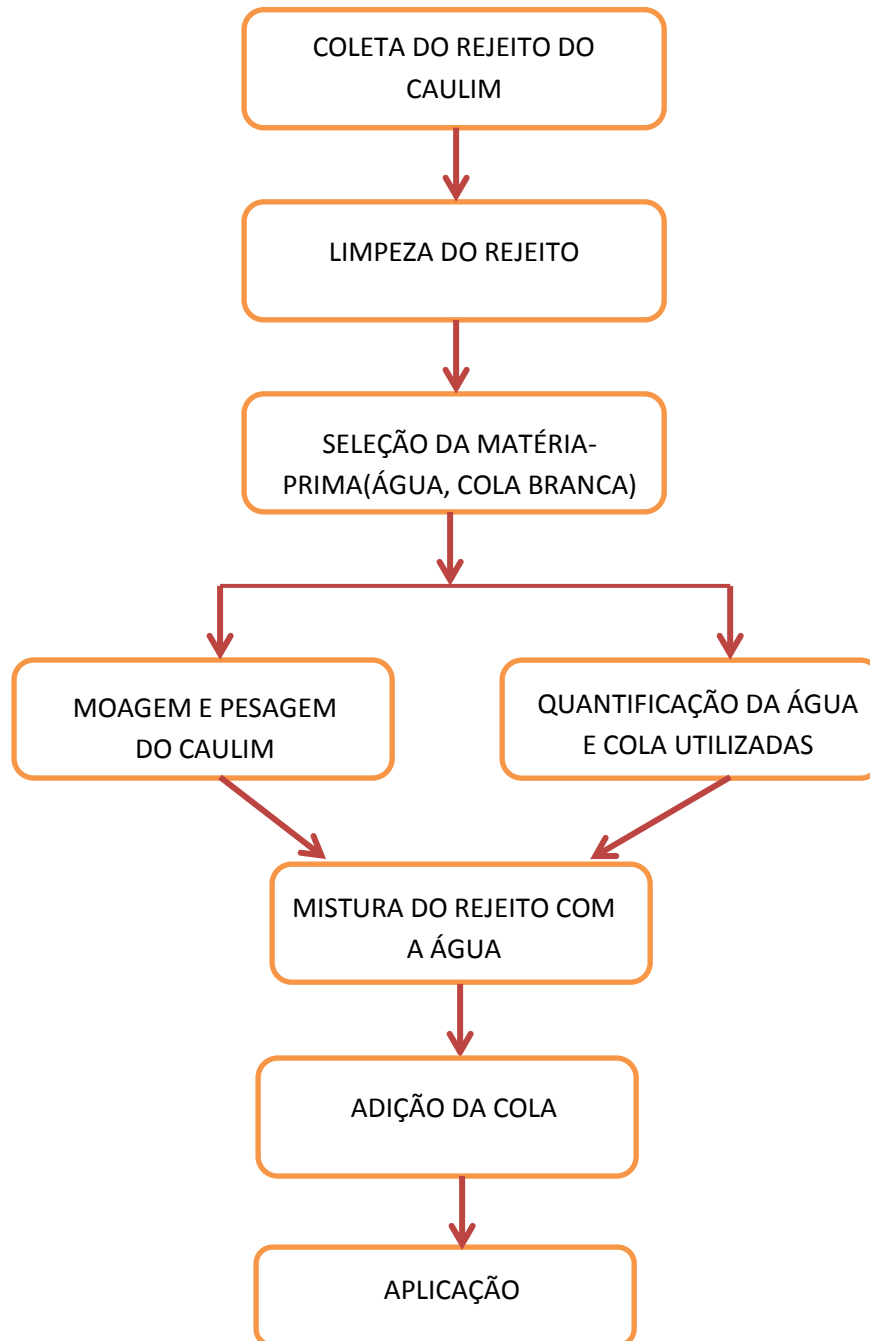
Figura 4 - **Localização do município de Juazeirinho (PB)**



Fonte: IBGE (2016)

### 3.3 CONFECÇÃO DA GEOTINTA COM CAULIM

Para o preparo da tinta ecológica foi utilizado o rejeito do caulim, cola branca e água. As proporções para a fabricação da tinta necessária a aplicação no ambiente estudado corresponderam a 4 quilos de rejeito, 2,5 litros de água e 600 ml de cola. Essa composição foi baseada nos trabalhos de Carvalho (2007); Vital et al (2014); Silva et al (2015). As etapas que compreende a confecção da geotinta são mostradas no fluxograma 1.

**Fluxograma 1** – Etapas de confecção da geotinta

Fonte: Autor (2016)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

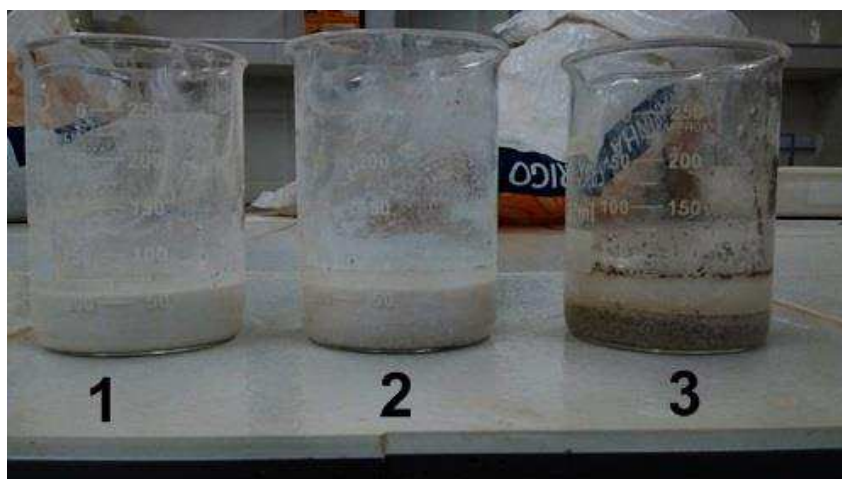
### 4.1 PINTURA ECOLÓGICA COM CAULIM: ESTUDO DE CASO

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da UFCG campus Sumé, para proceder a atividade prática de confecção da geotinta. Para realização do estudo de caso, procedeu-se inicialmente o primeiro processo no tratamento do caulim, a moagem para extrair possíveis impurezas do material (matéria orgânica, cascalhos, pedriscos), presentes no material em função das condições de descarte no ambiente de coleta.

A seguir o material foi homogeneizado no equipamento Yodder para separação de partículas grosseiras e finas e seleção do rejeito de caulim que melhor atendia as especificações da proposta (brancura, granulometria fina) para dar início as etapas da confecção e aplicação da tinta ecológica na parede.

Amostras do rejeito coletada foram misturadas a água para que após a decantação as proporções fossem visíveis. Os resultados são apresentados na Figura 5.

**Figura 5** - Testes iniciais com rejeito de caulim



**Fonte:** Dados da pesquisa de campo (2016)

O rejeito identificado como mais apropriado (beker 1) foi selecionado para dar início ao processo. A princípio foi preparada uma pequena amostra de tinta para observação da consistência para fixação da tinta em superfície de cerâmica. A quantidade de material usado foi 50 g de rejeito, 20 ml de água, fazendo-se uso de 8 ml de cola branca, como aglutinante. “O aglutinante é responsável por unir as partículas dos pigmentos; é ele quem permite que a tinta seja espalhada e pode variar conforme o tipo.” (GUIA DE PINTURA, 2011, p.9). A superfície de revestimento foi uma lajota de cerâmica (Figuras 6 e 7).

**Figura 6** - Rejeito de caulim utilizado na confecção da geotinta



**Figura 7** - Peça de cerâmica pintada com geotinta



**Fonte:** Dados da pesquisa de campo (2016)

A amostra foi colocada a secar em ambiente aberto (Ateliê da Geotinta/CDSA) por um dia. Verificou-se que a geotinta a base de rejeito de caulim não descolou, nem apresentou descascamento ou formação de fissuras e bolhas, dessa forma procedeu-se a confecção da tinta para pintura da parede de alvenaria, produzindo geotinta em maior escala para aplicação, mantendo-se a mesma proporção do início (Figura 8).

**Figura 8** - Bandeja com a tinta pronta para uso na parede



**Fonte:** Dados da pesquisa de campo (2016)

A parede utilizada para o estudo de caso teste está localizada no interior do Armazém de Sementes (Espaço de Educação em Solos – CDSA/UFCG) e compreende uma área de 8 m<sup>2</sup>, revestida com cal (Figura 9).

**Figura 9** - Aspecto inicial da parede de alvenaria para o estudo de caso



**Fonte:** Dados da pesquisa de campo (2016)

Foram aplicadas duas demãos de tinta. De modo a cobrir toda a superfície da parede, utilizando um pincel tipo escova retangular para pintura com cerdas sintéticas de dimensão 17 x 7,5 cm. A atividade foi conduzida pelo pintor amador, bolsista do PASCAR e monitor do Aleliê da Geotinta (Diogo dos Santos Oliveira) (Figura 10). A pintura foi realizada em sentido vertical, procurando manter a cobertura dos espaços porosos da parede (Figura 11).

**Figura 10** - Aspecto inicial da parede de alvenaria para o estudo de caso



**Figura 11** - Pintura com geotinta da parede de alvenaria finalizada



**Fonte:** Dados da pesquisa de campo (2016)

A parede pintada com geotinta, tendo por base o rejeito do caulim, foi monitorada por uma semana, quanto aos aspectos de formação de bolhas, descascamento, fendilhamento, rachaduras e emboloramento, não tendo sido verificado nenhuma dessas situações.

Trabalhando com geotinta Silva (2013) e Silva (2015) concluíram que a tecnologia presta-se adequadamente a atividade de pintura, não tendo sido observadas formações de manchas, bolhas, fissuras ou desbotamento.

Vital et al (2014), em atividade de pintura com geotinta utilizando o solo como matéria prima, verificaram que a tinta de terra evidenciou-se como alternativa que agrega valor às atividades estéticas na construção civil, demonstrando que é possível se aliar sustentabilidade, economia e conservação ambiental.

A pesquisa ora apresentada demonstrou que a partir da matéria prima obtida de materiais alternativos, especialmente os rejeitos das atividades de mineração, é possível preparar tintas com elevado apelo social e ambiental.

A geotinta, tendo por base o rejeito do caulim, apresentou características similares às observadas nas tintas industrializadas: capacidade de cobertura, secagem rápida e resistente, com boa aderência à superfície. Acrescente-se o valor econômico, inclusive do ponto de vista energético, quando comparada a uma tinta industrializada.



## 5 CONCLUSÕES

Ao final do trabalho foi desenvolvida uma tinta a base de solo com matérias de rejeito de caulim, um ponto a se considerar seria a facilidade de obtenção dos materiais que a compõe e no seu desenvolvimento de criação e aplicação.

Verifica-se que o rejeito do caulim mostrou-se como um excelente material na composição da tinta a base de terra, apresentando características que o qualificam e que torna o material como mais uma opção na pintura e nas práticas sustentáveis.

Além de que, os resultados apresentados neste trabalho indicam que a utilização do rejeito do caulim possibilita uma alternativa viável e possível solução para o problema ambiental referente ao seu acúmulo.

A proposta apresentada aponta para a obtenção de um produto que atende a necessidade humana, sem agredir o meio ambiente, como é o caso da tinta ecológica à base de terra, nesse caso, tendo como matéria prima básica o rejeito de caulim, que permite um novo uso ao descarte desse produto.

A geotinta pode igualmente ser uma boa alternativa para as pessoas de baixa renda, que poderão fazer uso em suas casas, contribuindo para elevação da auto estima, por viver num ambiente esteticamente mais agradável.

Ressalta-se a necessidade de reconhecer que os dados apresentados são essencialmente de caráter qualitativo. A especificidade da pesquisa e a escassez de literatura sobre o tema foram barreiras relevantes e dificultaram a obtenção de dados que propiciassem uma análise mais precisa sob o ponto de vista técnico e científico. Restam lacunas que devem ser preenchidas com o desenvolvimento de novas pesquisas.

O estudo quantitativo da formulação dos constituintes da geotinta (água, cola e solo ou coprodutos de mineradoras) assim como a granulometrias dos diferentes materiais em testes de aderência, fixação e custo-benefício quando se comparado às tintas sintéticas surgem como temáticas para novas pesquisas.

Ademais, é oportuno o teste da eficiência energética da geotinta, o grau de conforto térmico que a mistura apresenta em comparativo com as outras tintas presentes no mercado.

Tem-se, também, a necessidade de análise da viabilidade de inserção de materiais aglutinantes naturais, exemplo das resinas vegetais, como uma alternativa ecológica na substituição da cola branca, como já vem sendo estudado pelo Laboratório de Solos do CDSA-UFCG.



## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V. **Prefácio da versão em língua portuguesa.** Agenda 21 para a construção sustentável. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237 (2000).
- ANJOS, C.M. **Utilização de resíduos de caulim em tijolos de solo-cal.** 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. 2011.
- AUMOND, J. J., BALISTIERI, P. R. M. Custos da reabilitação ambiental na mineração de matérias-primas cerâmicas. In: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas, 3. Ouro Preto, 1997. **Anais...** Ouro Preto: EDUFV, 1997.
- BAAS, L. **An integrated approach to cleaner production.** In: Production, Environmental and economic perspectives. 1st ed. Springer, Berlin. 1997. p. 211–229.
- BEZERRA, M.S.; CARVALHO, G. D. **Minerais e rochas industriais da região do Seridó-PB/RN.** Recife, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife, 1997.
- BITAR, O. Y. **Recuperación de áreas degradadas por laminaria en regiones urbanas.** In: UNESCO. II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Montevideo: UNESCO, 2002, v.1, p.332-345.
- BRANDT, W. **Manual de normas e procedimentos para o licenciamento ambiental no setor de extração mineral.** 2001. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/arquivos/MANUAL\\_mineracao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/arquivos/MANUAL_mineracao.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988.
- BRASIL. **Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional, Agenda 21 Brasil: Metodologia e Roteiro de Trabalho,** 4ª versão. Brasília: MMA, 1997.
- BRASIL, CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº358,** de 29 de Abril de 2005.
- BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral /** Coordenadores Thiers Muniz Lima, Carlos Augusto Ramos Neves Brasília: DNPM, 2016.
- CAPECHE, C. L. **Educação ambiental tendo o solo como material didático:** pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies. (Documentos / Embrapa Solos). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 60 p.
- CARDINS, I. **A problemática ambiental da extração de caulim no alto do chorão em junco do seridó/PB.** IN XVI Encontro Nacional dos Geógrafos: Crise, Práxis e autonomia – espaços de resistências e esperanças. Anais. AGB. Porto Alegre- 1 CD-ROM, 2008.

CARVALHO, A. F.; HONÓRIO, L. de M.; ALMEIDA, M. R. de; SANTOS, P. C. dos.; QUIRINO, P. E. **Cores da Terra: fazendo tinta com terra.** Universidade Federal de Viçosa. Programa TEIA. Programa Cores da Terra. Viçosa, 2007.

CHARTER, M.; CLARK, T. **Sustainable innovation: key conclusions from sustainable innovation.** University College for Creative Arts, 2007.

COLAÇO, L. M. M. **A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído Projecto e Materiais dos Edifícios.** Tese (Doutorado). Universidade Portucalense, Porto, 2008.

CUNHA, A. de O. **O estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato.** 129 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2011.

DINIZ, M. C. T. **PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NA INDUSTRIAL/SENAL. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – São Paulo: SENAI – SP Editora, 2015.**

DUARTE, D. **O Uso do Solo na Produção de Tintas e no Resgate Social e Cultural das Comunidades Rurais no Município de Linhares no Espírito Santo.** Rev. Bras. De Agroecologia. v. 4, n. 2. 2009.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos.** 2 ed. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro 2006. 306p.

ERKMAN, S. **“Industrial ecology: anhistorical overview”**, Journal of Cleaner Production, v.5, n.1-2, pp.1-10, 1997.

FELIX, U. **Cidades sustentáveis e a Engenharia Urbano-Industrial.** In: 61ª SOEAA Semana Oficial da Engenharia, Arquitetura e da Agronomia. São Luís, p. 59-69, Nov. / Dez. 2004.

FILHO, N. F. **Alterações nos processos do meio físico por mineração: Estudo de caso de instrumentos de Gerenciamento Ambiental.** Ciência Ambiental. (Org. VEIGA, J. E. da). São Paulo: Annablume: USP/FAPESP 127-151, 1995.

FREIRE, A de A. **O USO DAS TINTAS NA COSTRUÇÃO CIVIL.** 100f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre a iniciação a pesquisa científica.** Campinas, SP. Alinea, 5 ed, 2011.

**GUIA DA PINTURA.** 1 ed. Santana do Paraíba: Casa Dois, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em: 16 jan. 2017.

IBRACON – INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO. Disponível em: <<http://site.ibracon.org.br/>> Acesso em: 16 jan. 2017.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **O papel fundamental da mineração para o desenvolvimento sustentável do Brasil e a exploração de recursos minerais em áreas de preservação permanente** – APP's. Brasília, 2004. 71p.

IPEA. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da atividade de mineração de substâncias não energéticas**. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814\\_relatorio\\_atividade\\_mineracao.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814_relatorio_atividade_mineracao.pdf)> Acesso em: 06 jan. 2017.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS DOMICILIARES, São Paulo. 2003. Disponível em: [www.reciclagem.pcc.usp.br](http://www.reciclagem.pcc.usp.br). Acesso em: 12 dez. 2016.

JOHN, V.M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitações sustentáveis**. São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010.

LUZ, A. B; LINS, F. F. **Rochas e Minerais Industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM-MCT, 2005.

MANAHAN, S.E. **Química ambiental**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MÁRTIRES. R. A. C. **Caulim**. 2008. Disponível em: [https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3994](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3994). Acesso em: 12 dez. 2016

MENEZES, R.R; NEVES, H.L. FERREIRA, H. **Mineração: utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação**. 2002.

MICHALISZYN, M. S.; TOMASINI, R. **Pesquisa: orientações e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos**. 4. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro (RJ): Vozes, 2008. 215 p

MURRAY, H. H., **Occurrences, Processing and Applications of Kaolins, Bentonites, Palygors kitesepiolite, and Common clays (Development in Clay Science)**. 1st ed. Elsevier, Oxford, UK, 2007.

NÓBREGA, A. F. **Potencial de aproveitamento de resíduos de caulim paraibano para o desenvolvimento de argamassas de múltiplo uso**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2007.

NÓBREGA, J. A. S. da; MENEZES, M. A. de. **Homens “subterrâneos”**: o trabalho informal e precário nos garimpos de Junco do Seridó. Raízes, v. 30, n. 2, p. 140-152, 2010.

ORR, D. W. **The nature of design: ecology, culture and human intention**. New York: Oxford University Press, 2002.

RIOS, V. V.; IRIGARAY, C. T. H. **O direito e o desenvolvimento sustentável:** curso de direito ambiental. São Paulo: IEB - Instituto Internacional de Educação do Brasil, 2005.

ROCHA, A. K. A. **Incorporação de Resíduo de Caulim em Argamassa de Alvenaria.** 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2005.

SÁ, C. O. de; MIRANDA, D.; SILVA, J. K. O. da; OLIVEIRA, M. M. de. **Tinta ecológica:** utilização da argila como pigmento. (Monografia). Centro Paula Souza. Escola Técnica de Araçatuba. 2012.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Organização: Paula YoneStroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SCHENINI, P. C. **Gestão de Resíduos da Construção Civil.** Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. 1999.

SILVA, A. L. da. **A Geotinta no contexto da arte e da Agroecologia.** (Monografia). Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia CDSA/UFCG). Sumé, 2015. 46p.

SILVA, A. L. da; VITAL, A. de F; M.; TEIXEIRA, E. de O.; ARRUDA, O. de A.; RAFAEL, E. M.; ALENCAR, M. L. S. **Pintura com terra no sítio: um novo olhar sobre os solos do Cariri Paraibano.** Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS. 2015.

SILVA, A. P. da. **Aprendendo, fazendo e colorindo a cidadania:** uma nova perspectiva da economia solidária na EJA. (Monografia). Especialização em Educação de Jovens e Adultos com Ênfase em Economia Solidária no Semiárido Paraibano. Campina Grande, 2013. 42p.

SILVA, D. B. da. **Aspectos sócio-econômico-ambientais do processo de extração Do caulim no município de Junco do Seridó/PB.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. UFPB. 2011

SILVA, V. A. R.; ALARCÓN, O. Q.; SILVA JR., H. S.; VIEIRA FILHO, O. **Aproximando ISO 14001 aos objetivos ambientais públicos.** In: SEMINÁRIO ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE, 3. Campinas. 2003.

SLACK, N. **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo : Atlas, 2002.

SOUZA, E. O. **Controle interno no processo de contratação de empregados numa fundação de apoio a universidade federal de Santa Catarina.** Monografia 48 (Graduação em Ciências Contábeis). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio Econômico. Florianópolis, 2008.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Ambiente e Lugar no Urbano:** a Grande Porto Alegre. Porto Alegre: ed. Universitária/UFRGS, 2000.

UEMOTO, K. L., IKEMATSU, P. e AGOPYAN, V. **Impactos ambientais das tintas imobiliárias. Coletanea Habitare:** Construção e meio ambiente. Ed. Miguel A. Sattler e

Fernando O. R. Pereira. Associação Nacional de Tecnologia do ambiente Construído – ANTAC, Porto Alegre, 2006.

USP. **A construção civil e o meio ambiente:** meio ambiente, um grande problema. Textos técnicos. Disponível em: [www.reciclagem.pcc.usp.br](http://www.reciclagem.pcc.usp.br). Acesso em: 14 dez. 2016.

VITAL, A de F. M.; SILVA, A. L. da; OLIVEIRA, D dos S.; CAVALCANTE, F. L.; FARIAS, J. R. M.; SOUSA, M. H. da S. de. **Uso do solo na pintura de fachadas como inovação tecnológica e sustentável.** 59 CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA. Aracaju, 2014.