



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Geologia



Instituto de Geociências

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE GEOLOGIA

DEIVID TEIXEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL, ECONÔMICA DA  
EXTRAÇÃO DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO  
GUAMÁ-PA**

GEOCIÊNCIAS  
UFPA

Belém-PA  
Fevereiro - 2016

DEIVID TEIXEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL, ECONÔMICA DA  
EXTRAÇÃO DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO  
GUAMÁ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Estanislau Luczynski

Belém-PA  
Fevereiro - 2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA

---

Santos, Deivid Teixeira

Caracterização socioambiental, econômica da extração de argila no município de São Miguel do Guamá-PA. / Deivid Teixeira dos Santos; Orientador: Prof. Dr. Estanislau Luczynski - 2016

67f

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Geologia) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2016.

1. Introdução.

CDD -

---

DEIVID TEIXEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL, ECONÔMICA DA  
EXTRAÇÃO DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO  
GUAMÁ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito:.....

---

Prof. Dr. Estanislau Luczynski-Orientador  
Doutor em geociências  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Dr. Evaldo Raimundo Pinto da silva-Relator  
Doutor em Geociências  
Universidade Federal do Pará

---

Prof.convidado

BELEM-PARA  
2016

Dedico Este Trabalho A Minha  
Amada Mãe, Cecília De Nazaré  
Carvalho Teixeira, “Im Memoriam”.

## **AGRADECIMENTOS**

Acredito que a confecção deste trabalho foi umas das tarefas mais importantes para minha formação acadêmica e pessoal. Desta forma, não posso deixar de agradecer àqueles que contribuíram para que esse processo se tornasse um trabalho que viesse trazer alguma mudança positiva na vida das pessoas que se utilizam deste material mineral argila, assim como daquelas que tiram o sustento de tal atividade industrial.

Primeiramente a DEUS por ter permitido o dom da vida em segundo a Minha mãe querida e grande companheira, Cecília de Nazaré carvalho Teixeira'' Im Memoriam'' e minha avó Cantianila Carvalho Teixeira, pelo amor dedicado e exemplos que são e que foram durante toda vida.

A meus irmãos biológicos Solange Teixeira e Dirceu Teixeira, assim como os Sobrinhos Davi, Felipe, Diego e Aninha.

Minha companheira de vida e de sonhos Samara Bahia de oliveira e claro ao meu filho e Grande amor da minha vida Vinicius Tadeu de Oliveira Teixeira dos santos.

Todos os outros familiares, em especial a meu tio Jorge Humberto Carvalho Teixeira "Jorgão" um grande apoiador desse sonho.

A Universidade Federal do Pará pela oportunidade de subir mais um degrau na carreira acadêmica.

Todos os professores que ministram disciplinas do Curso de Geologia que, direta ou indiretamente, colaboraram imensamente durante a minha trajetória neste curso maravilhoso e fascinante chamado geologia em especial os professores que repassaram com grande profissionalismo e ética grande parte do conhecimento adquirido durante suas carreiras tanto no serviço público como no privado (Professor Paulo Gorayeb, Professor Ronaldo Lemos, Professora Rosimere, Professor Mauricio Borges, Professor Roberto Vizeu, Professor Fábio Domingues, Professora Vânea Barriga, Professor Evaldo Pinto, Professor Joel Macambira)

O Prof. Dr. Estanislau Luczynski, meu orientador, pela paciência e profissionalismo, apoio e incentivo para desenvolvimento deste trabalho.

As bibliotecárias do Instituto de Geociências, pelo apoio na formatação deste trabalho.

Todos os colegas do curso de Geologia, especialmente Aqueles da turma de 2009-2011 e outros que tive o prazer de fazer vários trabalhos de campo e disciplinas, não posso deixar de mencionar: José Renilson Leite Corrêa, Fernando Oliveira, Alex Santiago Nina,

Almir Costa, Alana Queirós, Jhon Willy, Kauê Soane, Bruno Portugal, Dimitri Dahas, Celso Tonetti, Lorena Lima.

## RESUMO

Nas últimas décadas, com o setor da construção civil aquecido no Brasil, a indústria da cerâmica paraense aposta na qualidade dos produtos para ganhar o mercado e desponta como um dos principais polos produtores da região Norte do país, dentro desse contexto o município de São Miguel do Guamá localizado na porção nordeste do Estado do Pará destaca-se como grande produtor de bens “Minerais Sociais” de uso na indústria da construção civil com destaque para os derivados da argila, se tornado segundo a SEDEME (Secretaria de Estado e Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia) a 4ª Maior Produção da Mineração do Brasil (em volume) Abaixo Apenas da Produção de ferro e de Agregado (Areia e Brita) tendo a Região Metropolitana de Belém e o município de Castanhal como os maiores centros consumidores, embora atualmente venha aumentando a exportação para o sul-sudeste do país. No ano de 2009 o município de São Miguel do Guamá contribuiu com uma produção de aproximadamente 34.200.000 (trinta e quatro milhões e duzentos mil) peças/mês e gerava aproximadamente 2.800 (dois mil e oitocentos) empregos diretos e indiretos, apresentando-se como os maiores produtores de cerâmica vermelha do Estado do Pará. Segundo SINDCER (Sindicato das Indústrias Cerâmicas de São Miguel do Guamá e Região) no ano de 2015 ainda com a crise conseguiu atingir a incrível média de 55.200.000 peças/mês e gerou aproximadamente 3.680 (três mil seiscentos e oitenta) empregos diretos e indiretos, sendo as argilas presentes nos municípios de coloração cinza acastanhado marcada por concreções ferruginosas e aspecto plástico. Esse material argiloso é fortemente controlado ao longo do tempo geológico pela ação hidrodinâmica dos Rios Guamá e Irituia. Esses depósitos são todos balizados pela planície de inundação dos rios anteriormente mencionados. As argilas mais potencialmente econômicas da região são localizadas em níveis mais rasos nas áreas de extração bem como mais distante dos leitos de rios, porém dentro da zona de inundação dos mesmos, esse fato provavelmente é devido à não deposição de matéria orgânica trazida pelos rios em pontos mais distantes de sua planície de inundação. As argilas de São Miguel do Guamá, vêm se destacando bastante dentro do mercado consumidor pelo seu alto poder tecnológico na produção de telhas e tijolos. Essa característica tecnológica satisfaz propriedades como à tensão de ruptura a flexão, a menor absorção de água, cor após queima, menor quantidade de concreção ferruginosa e baixo teor de matéria orgânica.

Palavras-chaves. Potencial Argilífero, São Miguel do Guamá (PA)

## **ABSTRACT**

**In recent decades, with the heated civil construction sector in Brazil, the Para ceramic industry commitment to product quality to win the market and is emerging as a leading producer poles of the north of the country, in this context the municipality of San Miguel the Guama located in the northeastern portion of the state of Pará stands out as a major producer of goods' 'Social Minerals' use in the construction industry with emphasis on derivatives clay, become according to SEDEME (Secretary of State and Development economic, Mining and Energy) the 4th largest Production Brazil Mining (by volume) Below Only the iron production and Aggregate (Sand and Gravel) with the Metropolitan Region of Belém and the municipality of Castanhal as major consuming centers, although currently has been increasing exports to the south-southeast of the country. In 2009 the municipality of Sao Miguel do Guama contributes a production of approximately 34,200,000 (thirty-four million, two hundred thousand) pieces / month and generated approximately 2,800 (two thousand eight hundred) direct jobs and indirect, presenting itself as the largest red ceramic producers in the State of Pará. According SINDCER (Union of Industries ceramics Sao Miguel do Guama and Region) in 2015 even with the crisis managed to achieve the incredible average of 55.2 million pieces / month and generated approximately 3,680 (three thousand six hundred and eighty) direct and indirect jobs, and These clays in brownish gray coloring municipality marked by ferruginous concretions and plastic appearance. This clay material is tightly controlled over geologic time by the hydrodynamic action of the Rio Guama and Irituia. These deposits are all tied to the floodplain of the rivers mentioned above. The most potentially economic clays of the region are located in shallower levels in the extraction areas and farther from the river beds, but within the flood zone thereof, that fact is probably due to non-deposition of organic matter brought by the rivers more distant points of its floodplain. Clays of Sao Miguel do Guama, has stood out enough in the consumer market for its high technological power in the production of tiles and bricks. This technological feature satisfies properties such as the breakdown voltage of the bending, the lower water absorption, color after firing, less me ferruginous concretion and low organic matter content.**

**Key words : Clay potential, São Miguel do Guamá (PA)**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de trabalho destacando os limites municipais do município de São Miguel do Guamá(PA).....	19
Figura 2: Decapamento vegetal e desmatamento. ....	32
Figura 3: Mudança na topografia do terreno. ....	32
Figura 4: Poluição atmosférica:.....	33
Figura 5: Assoreamento das drenagens .....	33
Figura 6: Acúmulo de Aguas Pluviométrica que Propicia a Proliferação de Mosquitos .....	34
Figura 7: Cava No Tamanho Padrão Para Implantação De Tanques Para Piscicultura .....	34
Figura 8: Utilização das cavas para piscicultura. ....	36
Figura 9: Prática de pedalinho como lazer. ....	36
Figura 10: Mapa de localização da área de trabalho destacando os limites municipais do município de São Miguel do Guamá (PA).....	37
Figura 11: Mapa de zona urbana. ....	41
Figura 12: Mapa de solos. ....	41
Figura 13: Mapa de malha viária.....	42
Figura 14: Mapa de hidrografia.....	42
Figura 15: Mapa litológico.....	43
Figura 16: Mapa Final Do Potencial Para Instalação De Aterro Sanitário No Município De São Miguel Do Guamá/Pa.....	44
Figura 17: Mapa de detalhe das áreas de extração de argila (exauridas; potenciais; em extração).....	46
Figura 18: Mapa de detalhe das áreas de extração de argila (exauridas; potenciais; em extração .....	46
Figura 19: Localização das áreas de exploração atual de argila. Em vermelho, zonas de extração em Irituia e em amarelo zonas de extração de São Miguel do Guamá.....	47
Figura 20: Localização das indústrias cerâmicas em São Miguel Do Guamá.....	50
Figura 21: Forno de 110°C(A); Moinhos de bolas (B), prensa elétrica (C) e forno de 1000°C52	
Figura 22: Prensa Hidráulica Usada Nos Ensaios Físicos Cerâmicos no SENAI .....	54
Figura 23: Organograma mostrando a síntese da metodologia dos ensaios físicos-cerâmicos.....	55
Figura 24: Pátio de estocagem de argila da indústria Cerâmica Barbosa.....	59
Figura 25: Maquinário Moderno De Transporte Chamado Vagonete, Com Capacidade Para 300 Tijolos .....	60
Figura 26: Visão Geral Do Pátio De Estocagem Da Cerâmica Barbosa Ao Fundo.....	60
Figura 27: Frente de larva de argila no município de São Miguel do Guamá.....	61
Figura 28: Perfil esquemático dos depósitos em São Miguel do Guamá. a)zona de maior concentração areno-ferruginosa e matéria orgânica;b)zona argilo arenosa com baixa	

concentração de hidróxido de ferro;c)zona argilo arenosa com maior concentração de argila;d)zona rica em argilas industrial com baixo teor de ferro..... 61

Figura 29: Frente de lavra retangular de argila com utilização de maquinas pesadas..... 62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Coluna estratigráfica da área de estudo. ....	25
Quadro 2: População e tamanho geográfico do Município de São Miguel do Guamá. ....	38
Quadro 3: Legalidade das áreas de extração de argilas em São Miguel do Guamá(2015) .....	49
Quadro 4: Legalidade das áreas de extração de argilas em São Miguel do Guamá (2009). ....	49
Quadro 5: Composição mineralógica das amostras de argila São Miguel do Guamá.....	56
Quadro 6: Composição mineralógica da fração silte (0,02 A 0,002mm) das amostras de argila do município de São Miguel do Guamá. ....	56
Quadro 7: Composição mineralógica da fração argila (< 0,002mm) das amostras de argila do município de São Miguel do Guamá .....	57
Quadro 8: Demonstrativo da variação de pesos e medidas de tijolos telhas (Kg e Cm).....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Notas definidas para o atributo distância.....	39
Tabela 2: Notas definidas para o atributo solos.....	39
Tabela 3: Notas definidas para o atributo declividade. ....	40
Tabela 4: Notas definidas para o atributo unidade geológica.....	40
Tabela 5: Notas definidas para o atributo distância da malha viária.....	40
Tabela 6: Notas definidas para o atributo distância dos corpos hídricos.....	40
Tabela 7: Calculo de reserva dos depósitos de argila no município de São Miguel do Guamá (PA).....	48
Tabela 8: Calculo de reserva dos depósitos de argila no município de São Miguel do Guamá (PA). Quadro Atual 2015 .....	48
Tabela 9: Resultados dos Testes físico-cerâmico com seus respectivos padrões analíticos. ...	52
Tabela 10: Parâmetros tecnológicos estabelecidos pela ABNT, para o uso industrial das argilas para produção de telhas e tijolos. ....	53
Tabela 11: Resultados do ensaios no laboratório do SENAI-são Miguel do Guamá.....	53
Tabela 12: Granulometria das amostras de argila do Município de são Miguel do Guamá.....	56
Tabela 13: Composição química das amostras.....	57
Tabela 14: Dados referentes ao n° total de cerâmicas, mão de obra, valor de produção, produção mensal de peças, consumo de argila m <sup>3</sup> / mês consumo de lenha m <sup>3</sup> / mês	58
Tabela 15: Quantidade, Valor De Produção, Tributos, Insumos E Mão De Obra Empregada Na Indústria Cerâmica De São Miguel Do Guamá.....	58
Tabela 16: Dados referentes ao número total de cerâmicas, mão de obra, valor de produção, produção mensal de peças, consumo de argila m <sup>3</sup> / mês consumo de lenha m <sup>3</sup> / mês	58
Tabela 17: Dados de produção e consumo de insumos da cerâmica Barbosa.....	58

## LISTA DE SIGLAS

ABNT-Associação Brasileira De Normas Técnicas

BASA-Banco De Desenvolvimento Da Amazônia

CPRM- Serviço Geológico Do Brasil

DNPM-Departamento Nacional De Pesquisa Mineral

EMATER- Empresa De Assistência Técnica e Extensão Rural Do Estado Do **Pará**

EMBRAPA-Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária

IBGE-Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística

IG/UFPA-Instituto De Geociências Da UFPA

ITEC/UFPA-Instituto De Tecnologia Da UFPA

SEBRAE-Serviço Brasileiro De Apoio à Micro e Pequena Empre

SEDEMA- Secretaria De Estado E Desenvolvimento Econômico, Mineração E Energia

SEMA-Secretaria De Meio Ambiente Do Estado Do Pará

SEMA-Secretaria De Meio Ambiente- São Miguel Do Guamá

SENAI- Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial

SINDCER-Sindicato Das Industrias Cerâmicas De São Miguel Do Guamá E Região

SUDAM-Superintendência De Desenvolvimento Da Amazônia

UEPA-Universidade Do Estado Do Pará

UFPA-Universidade Federal Do Pará

USIMAT-Usina De Materiais Vinculado A Faculdade Engenharia Química Da UFPA

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	OBJETIVOS .....	18
1.2	LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	18
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DE TRABALHO.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA ESTUDADA .....</b>	<b>21</b>
3.1	CLIMA.....	21
3.2	RELEVO .....	21
3.3	SOLO .....	22
3.4	HIDROGRAFIA .....	22
<b>4</b>	<b>ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ 24</b>	
<b>5</b>	<b>GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA .....</b>	<b>25</b>
5.1	PRÉ-CAMBRIANO.....	26
<b>5.1.1</b>	<b>Suíte Intrusiva Brasileira (SIB).....</b>	<b>26</b>
5.2	PALEOZÓICO.....	26
<b>5.2.1</b>	<b>Arenito do Guamá (Siluriano) .....</b>	<b>26</b>
5.3	CENOZÓICO.....	27
<b>5.3.1</b>	<b>Grupo Barreiras .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Formação Pós-Barreiras.....</b>	<b>28</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Sedimentos Recentes .....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILA.....</b>	<b>31</b>
6.1	GENERALIDADES .....	31
<b>7</b>	<b>USO FUTURO DAS ÁREAS DEGRADADAS.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>METODOLOGIA DE TRABALHO.....</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
9.1	ÁREAS PRODUTORAS NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ .....	45
9.2	CALCULO DE RESERVA DOS DEPÓSITOS DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ(PA) .....	47
9.3	LEGALIDADE DAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILAS EM SÃO MIGUEL DO GUAMÁ.....	48
9.4	ESTUDOS TÉCNICOS DAS ARGILAS DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ.....	50
9.5	METODOLOGIA DE TRABALHO .....	51
9.6	GRANULOMETRIA, MINERALOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ARGILAS DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ.....	55
9.7	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DAS AMOSTRAS DE ARGILA SÃO MIGUEL DO GUAMÁ.....	56
9.8	QUANTIDADE E VALOR DE PRODUÇÃO.....	57
9.9	RECURSOS MINERAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ.....	60
<b>9.9.1</b>	<b>ANÁLISE GEO-ECONÔMICA DAS ÁREAS PRODUTORAS DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ .....</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as atividades econômicas que colocaram em destaque o Município de São Miguel do Guamá a partir da segunda metade do século XX, estão a atividade madeireira e a cerâmica vermelha. Sendo que até o final da década de 1970 eram as empresas madeireiras que mais consumiam mão-de-obra, geravam emprego e renda. O destaque da atividade cerâmica no cenário econômico local e estadual acontece a partir da década de 1980 com a instalação das unidades produtivas industriais (CORDOVIL, 2010).

O desenvolvimento da atividade cerâmica no município de São Domingos do Guamá fez com que, a partir da década de 1990, fosse criado no lugar a ideia de um pólo cerâmico, formado por aproximadamente 42 indústrias (SINDICER, 2009). Esse conjunto de indústrias, além de marcar a paisagem do território de São Miguel do Guamá, constitui-se também, em 2009, como uma das principais atividades econômicas do município, tanto na geração de riquezas, quanto na geração de empregos. A concentração das unidades produtivas de cerâmicas vermelhas no território está ligada a um conjunto de fatores naturais e humanos presentes na configuração territorial guamaense.

Antes das indústrias, as olarias que se localizavam a margem direita do rio Guamá eram as unidades produtivas que realizavam o processo produtivo das cerâmicas vermelhas no lugar. A dinâmica interna era marcada pela baixa produtividade, uma vez que elas fabricavam diariamente a quantidade de 3 e 10 mil peças de telhas e de tijolos.

Os fornos usados durante essa fase artesanal de produção eram do tipo caieira<sup>1</sup>. Porém, durante a queima, a abertura é fechada com tijolos maciços, revestidos com barro. A força motriz utilizada nas marombas das olarias, máquina responsável pela produção das peças de tijolos, era a tração animal, dois bois faziam o movimento no sentido circular para que o equipamento pudesse fabricar os moldes de telhas e tijolos. A mão-de-obra empregada nas unidades produtivas era basicamente da própria cidade. Além dessas mercadorias, a empresa MS Gomes também fabricava a manilha<sup>2</sup>. A extração de argila era feita nos fundos das próprias cerâmicas. A circulação dessa matéria-prima do barreiro, local de extração de argila, até o espaço de produção, as olarias, era realizada por meio de um equipamento

---

<sup>1</sup> É um forno que facilita a retirada das cerâmicas, após a queima, devido a uma abertura em toda a sua parte superior (teto) que permite a liberação de energia mais rápida.

<sup>2</sup> A manilha era ao mesmo tempo um tubo de cerâmica de 1 a 1,5 m de comprimento, por 50 cm de diâmetro, e também uma conexão de cerâmica para estes tubos, que servia para fazer canalizações para possibilitar o escoamento da água das chuvas ou daquelas utilizadas na empresa, observar a imagem no anexo...

conhecido como trole<sup>3</sup>. Os trabalhadores das cerâmicas eram a força responsável em puxar esses carros cheios de argila dos barreiros até as olarias. À distância percorrida entre esses dois espaços, variava entre 100 a 300 metros, de olaria para olaria. A compra dos troles e dos trilhos de ferro era feita em Belém (CORDOVIL, 2010).

Ainda segundo (CORDOVIL 2010) partir da década de 1960, a produção que era consumida apenas pela pequena população da cidade de São Miguel do Guamá, passou a ser vendida para outros lugares como Belém e Salinópolis. Neste momento, a rodovia federal Belém-Brasília se torna a ligação entre as unidades produtivas e os novos mercados de consumo. Da década de 1960 até 1980, a empresa M.S. Gomes era a unidade produtiva que mais se destacava na fabricação de cerâmicas vermelhas no município, uma vez que a sua organização empresarial era mais evidente: firma registrada, utilização de geradores de energia, empregava 50 funcionários com carteira assinada e os fornos possuíam chaminés, fugindo do padrão caieira. A partir da década de 1980, a produção ceramista ganha nova dinâmica, pois a chegada de migrantes no território de São Miguel do Guamá, vindos de outros lugares do Pará e de outros estados do Brasil irá provocar a intensificação da produtividade, dos fluxos e da pressão sobre o recurso argila, bem como a apropriação de extensas áreas do espaço geográfico do município. Tal fato ocorre porque a atividade industrial ceramista assume o papel de principal empreendimento econômico que aportou no lugar. Neste novo momento, a fabricação que atingia a quantidade de 10 e 3 mil peças de tijolos e telhas irá quadruplicar no período mais chuvoso e setuplicar no período menos chuvoso da Região Amazônica. A produção, que era manual, torna-se totalmente mecanizada, desde a extração de argila até a fabricação dos moldes de cerâmicas vermelhas. O tempo de fabricação das peças é reduzido de 12 para 6 ou 7 dias em média. Um novo peso e novas medidas são estabelecidos para as cerâmicas vermelhas, juntamente como uma superfície mais regular. Tudo isso conferiu qualidade e valor às mercadorias da atividade cerâmica de São Miguel do Guamá.

A chegada das indústrias cerâmicas impôs um novo ritmo de produção de cerâmicas vermelhas no território guamaense, uma vez que as máquinas e os equipamentos passaram a imprimir maior velocidade na fabricação de telhas e tijolos. Para demonstrar a firmação, comparamos duas cerâmicas, uma artesanal e outra industrial. Sendo assim, na década de 1960, a maromba e a prensa (observar as imagens no anexo2) da Cerâmica M.S. Gomes

---

<sup>3</sup> Os troles eram carros ou vagonetes de 1.5 m de comprimento por 1 m de largura que se movimentavam sobre trilhos de ferro ou de madeira

fabricavam por dia 10 mil peças de tijolos e 3 mil peças de telhas. Com a introdução de máquinas eletro-intensivas a produção dessas mercadorias octuplicou e setuplicou. Como exemplo, no ano de 2009, a maromba da Cerâmica Yokoyama, por hora, produz 7.500 mil peças de tijolos e sua prensa fabrica 22 mil peças de telhas por dia, enquanto que a maromba da empresa Kamiranga produz por hora uma média de 14 mil peças de tijolos (Cordovil,2010).

A inserção de equipamentos (caixão alimentador, fornos e esteiras) e máquinas (tratores, retroscavadeiras, marombas, prensas e robôs) modernos no processo produtivo da cerâmica vermelha, contribuiu decisivamente para tornar o território do município o maior produtor de cerâmicas vermelhas da Região Norte e o nono do Brasil, em quantidade e qualidade (SEBRAE, 2000).

## 1.1 OBJETIVOS

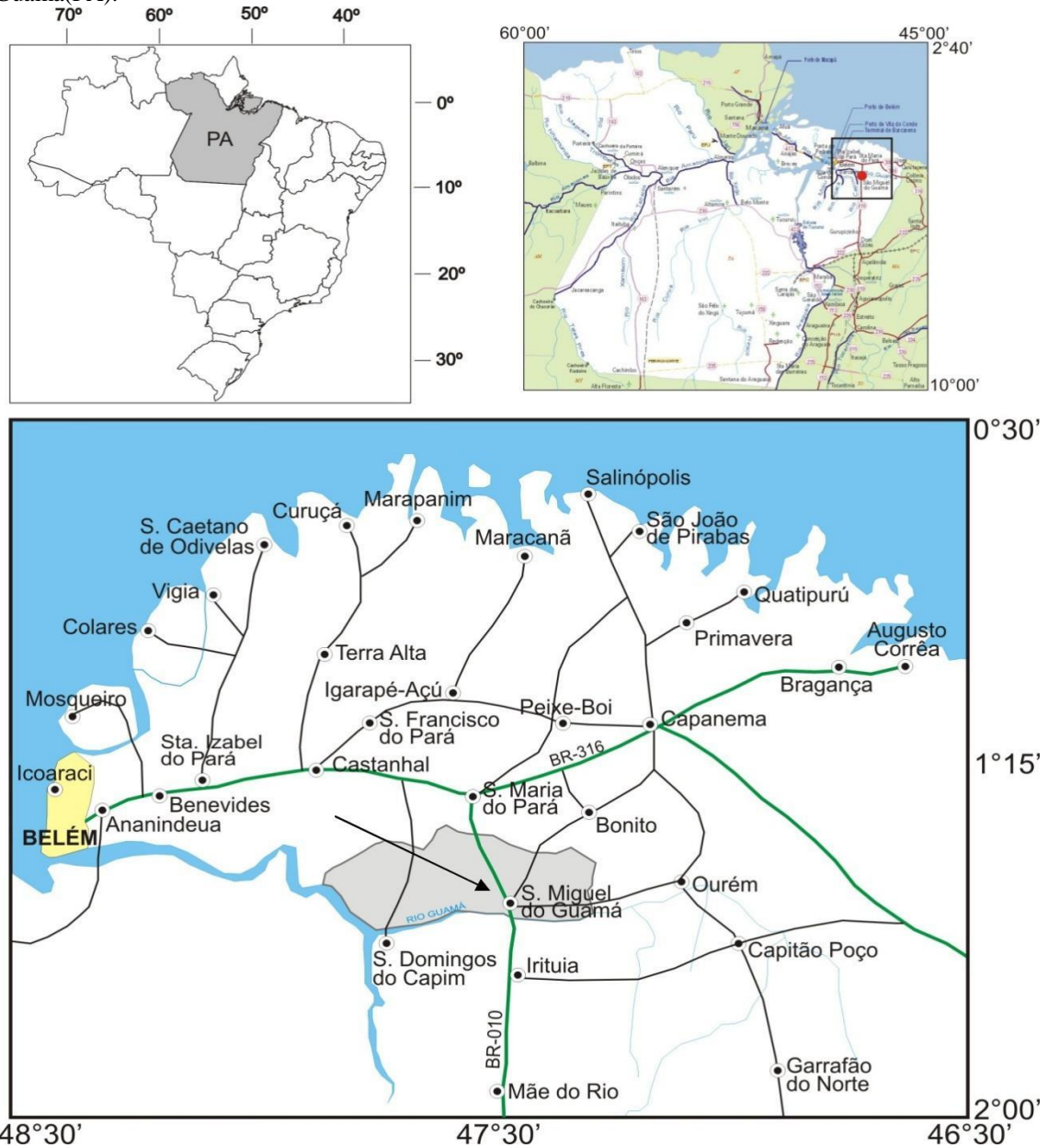
Elaborar um diagnóstico sintetizado da indústrias cerâmicas do município de São Miguel do Guamá no que diz respeito aos impactos ambientais, sociais e econômicos com intuito de revelar a quantidade e o valor de produção dos materiais produzidos (telhas e tijolos) e o montante de tributos arrecadados no município enfocados, e finalmente tentar propor medidas que visem minimizar os impactos Ambientais decorrente da extração de argilas. Além disso Fazer um levantamento da quantidade de insumos (argila, lenha, energia, etc.) consumidos pelas industrias presentes e do número de mão de obra empregados na produção. Efetuar um levantamento junto ao DNPM/SEMA da situação legal das áreas de extração de argila que abastecem as unidades produtoras no município de São Miguel do Guamá.

## 1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O presente trabalho foi desenvolvido nos domínios territoriais do município de São Miguel do Guamá, onde estão localizadas, respectivamente, as indústrias cerâmicas e as jazidas de extração de argila do denominado Pólo oleiro-cerâmico de São Miguel do Guamá-Irituia.

A partir de Belém (PA), o acesso é feito pela rodovia BR-316, na qual percorre-se cerca de 100 km até a cidade de Santa Maria do Pará. A partir daí, segue-se pela BR-010 percorrendo 33 km, até a sede do município de São Miguel do Guamá (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização da área de trabalho destacando os limites municipais do município de São Miguel do Guamá (PA).



## 2 METODOLOGIA DE TRABALHO

A realização deste trabalho se desenvolveu em etapas de atividades em escritório e de campo. Os trabalhos de escritório consistiram de levantamento bibliográfico sobre a geologia da área de trabalho e sobre os aspectos históricos e legais da atividade mineira, nesta etapa a biblioteca do Instituto de Geociências da UFPA foi a base mais importante, bem como consultas aos órgãos a nível federal DNPM/CPRM, assim como as secretarias de estado (SEDEMA) e municipal como a SEMA de São Miguel do Guamá; sindicato da indústria cerâmica de São Miguel do Guamá e região – SINDICER.

Os trabalhos de campo foram realizados nos meses de Novembro/fevereiro de 2016, totalizando 03 dias de atividades que constaram de: cadastramento e localização com GPS das áreas de extração de argila nos municípios de São Miguel do Guamá; descrição das características geológicas dos depósitos, avaliação aproximada das reservas existentes; visita às unidades produtoras com vistas a levantamento de dados sobre a produção, utilização e consumo de insumos (lenha, argila, caroço de açaí e casca de castanha etc.), mão de obra empregada na produção, entre outras informações relevantes já que algumas indústrias do município de São Miguel não são cadastradas no SINDCER (Sindicato da Indústria Cerâmica de São Miguel do Guamá e Região).

Os ensaios técnicos feitos por LIMA (2000) consistiram em atividades de laboratório foram realizadas no Laboratório de tecnologia e meio ambiente da SUDAM. Já no trabalho de SANTOS,(2009) as Análises de Materiais foram executadas no laboratório da Faculdade de Engenharia Química do Instituto de Tecnologia da UFPA, e constaram de análise das propriedades físico-cerâmicas das argilas (cor de queima, absorção de água, retração linear, porosidade aparente, densidade aparente, tensão de ruptura).

### 3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA ESTUDADA

#### 3.1 CLIMA

O clima da região que abrange o Município de São Miguel do Guamá é do tipo tropical úmido, com temperaturas médias em torno de 25°C, sendo que as temperaturas máximas registradas ficam em torno de 31°C e mínima de 20°C.

Na região o regime pluviométrico fica geralmente entre 2,25 mm e 2,50 mm. As chuvas apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante todo o ano, sendo de janeiro a junho sua maior concentração (cerca de 80%), o que provoca as cheias nos rios nesse período. Durante o ano todo a umidade relativa do ar é de cerca de 85% (SILVA, 1999).

#### 3.2 RELEVO

A região nordeste do Estado do Pará tem como característica uma acentuada heterogeneidade morfológica. Segundo Costa *et al.* (1977) agrupa as diversas formas de relevo existentes em quatro domínios geomorfológicos, assim denominados: planície aluvionar, superfície de dunas, baixos platôs e pene Planalto.

Na área de trabalho foram observados principalmente dois desses domínios: planície aluvionar e pene Planalto, sendo este último a morfologia predominante.

Planície aluvionar é caracterizada por regiões planas, apresentando cotas de poucos metros, constituindo a planície de inundação dos principais cursos d'água, principalmente dos Rios Guamá e Irituia. Os municípios citados anteriormente apresentam largas faixas onde desenvolvem em meandros e meandros abandonados ao longo dos seus respectivos rios.

Pene planalto representa a feição morfológica de maior extensão da área estudada, formando uma superfície plana e suavemente ondulada, com cotas entre 50 e 100m. A sua rede de drenagem apresenta pequeno grau de aprofundamento e pequena densidade de canais. Os vales assumem normalmente a forma de “V”, muito embora possam ser encontrados aqueles do tipo fundo chato (RIBEIRO, 2002).

### 3.3 SOLO

Os solos na região nordeste do Estado do Pará são divididos nas seguintes classes: latossolo amarelo, podzólico vermelho-amarelo, concrecionário laterítico e areia quartzosa, segundo VIEIRA e SANTOS (1987).

Na região onde ocorre o Latossolo Amarelo o solo é formado predominantemente a partir das Formações Barreiras e Alter do Chão, em relevo plano e ondulado, sob cobertura vegetal tipicamente de floresta densa. É um solo distrófico, profundo, bastante envelhecido, apresentando baixo conteúdo de carbono orgânico, baixa relação com argila e altas saturações em alumínio. Apresenta cores variando de alaranjado escuro no horizonte “A” a amarelo nos horizontes inferiores.

Podzólico vermelho-amarelo são solos amadurecidos, que na sua maioria possuem fertilidade natural baixa (distrófico), mas que também podem apresentar fertilidade média a alta (eutróficos), com baixo conteúdo de matéria orgânica. Foram desenvolvidos a partir de sedimentos do Terciário e Quaternário, em relevo levemente ondulado.

Concrecionário Laterítico representa solos argilosos a argilo-arenosos medianamente profundos, constituídos por uma mistura de partículas minerais finas e concreções de arenito ferruginoso. Na Amazônia são predominantemente originados a partir de rochas pré-cambrianas, ressaltando-se relevo plano e ondulado, sob cobertura vegetal dominante de floresta densa. Esse tipo de solo é mais frequentemente observado nas imediações do município de Belém-Pá (Outeiro, Mosqueiro, etc.).

Areia Quartzosa representa solos de textura arenosa, com menos de 15% de argila, sendo essencialmente quartzosas. São formados a partir de sedimentos arenosos predominantemente do quaternário encontrados em relevo predominantemente plano.

Os solos do município de São Miguel do Guamá são representados, sobre tudo, pelo latossolo amarelo de textura média e concrecionários lateríticos distróficos de textura indiscriminada, além de solos arenosos distróficos de textura também indiscriminada.

### 3.4 HIDROGRAFIA

Os municípios de São Miguel do Guamá está inserido respectivamente nas bacias hidrográficas do Rios Guamá.

O Rio Guamá nasce no nordeste paraense, no município de Capitão Poço, tem direção geral leste-oeste. Com uma inflexão de aproximadamente  $80^{\circ}\text{SW}$  até a confluência com o Rio Capim, no município de São Domingos do Capim, onde tem seu volume aumentado consideravelmente. A partir daí apresenta inflexão de aproximadamente  $75^{\circ}\text{NW}$  até a sua desembocadura na Baía de Guajará, município de Belém (PA), apresentando aspecto bastante meandrante, principalmente no trecho que atravessa o município de São Miguel do Guamá (RIBEIRO, 2002).

Os principais afluentes da margem direita do Rio Guamá são os Igarapés Cuxiu, Menino Deus, Patauteu, Mururé, Jacundaí entre outros; na margem esquerda destacam-se os Igarapés Suassuí, Urucurí, Aracuí e Caju.

#### **4 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ**

O município de São Miguel do Guamá foi criado em 7 de janeiro de 1874, a partir do desmembramento do município de Ourém (segundo fontes da Prefeitura local). Segundo o site do IBGE (2015), abrange hoje uma área de 1.110,175km<sup>2</sup>, onde se distribui uma população estimada 55.942 habitantes o que gera uma densidade demográfica (Hab/km<sup>2</sup>) de 45,40 os quais vivem em sua maioria na zona urbana. Em relação à infraestrutura, essa população conta com um (1) hospital, oito (8) postos de saúde e uma unidade mista. Na educação, são 122 escolas de ensino fundamental, (5) de ensino médio sendo (03) privadas e um campus avançado da UEPA (Universidade Estadual do Pará). O município conta ainda com serviços de telefonia, energia elétrica, Agencia de Correios, Banco do Brasil S/A, Banco da Amazônia S/A (BASA), Delegacia de Polícia, Sede da Prefeitura, Posto da EMATER (Empresa de assistência técnica e extensão rural do estado do Pará ) uma (1) Emissora de Rádio e duas (2) repetidoras.

Na área do setor industrial destacam-se as indústrias Madeireiras e do Café (café Dúnosso) além da indústria Cerâmica, sendo esta última, a mais importante geradora de empregos/renda no município.

O comércio na cidade conta com feira livre, farmácias, lojas de eletrodoméstico, supermercados, lojas de autopeças, lojas de conveniência, posto de gasolina, etc.

A agricultura do município de São Miguel do Guamá é basicamente de subsistência, onde merece destaque alguns cultivos como: arroz, feijão, mandioca, milho, além do cultivo da pimenta do reino, da laranja, coco e banana. Na pecuária destaca-se a criação de bovinos, suínos, caprinos, etc.

## 5 GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA

A área de enfoque deste do trabalho foi mapeada por Costa (2000), os quais encontraram um conjunto de rochas com idades que variam do Proterozóico Superior ao Quaternário. Esse conjunto foi individualizado em cinco unidades litoestratigráficas distintas, representadas pela Suíte Intrusiva Brasileira, Arenito do Guamá, Grupo Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras e Sedimentos Recentes (COSTA, 2000) (Quadro 1).

Quadro 1: Coluna estratigráfica da área de estudo.

<b>Eon</b>	<b>Era</b>	<b>Período</b>	<b>Época</b>	<b>Unidade Litoestratigráfica</b>	<b>Litologia</b>
Fanerozóico	Cenozóica	Quaternário	Holoceno	Sedimentos recentes	Sedimentos inconsolidados constituídos por areias finas, cascalho fluvial, argilas e siltes
		Neógeno	Pleistoceno	Sedimentos Pós-barreiras	Sedimentos inconsolidados areno-argilosos a argilo-arenosos, amarelos a avermelhados com grânulos de quartzo e blocos de arenito ferruginoso
			Plioceno	Grupo Barreiras	Sedimentos siliciclásticos constituídos por argilito, siltito, arenito e conglomerado
	Paleozóica	Siluriano		Arenito do Guamá	Arenito de cor branca, fossilífero, granulação fina a média
Proterozóico	Neoproterozóica			Suíte Intrusiva Brasileira	Granito Ney Peixoto – granito de composição sienogranítica a duas micas, cor cinza e granulação média a grossa

Fonte: Modificado de Costa (2000).

## 5.1 PRÉ-CAMBRIANO

### 5.1.1 Suíte Intrusiva Brasileira (SIB)

Segundo HASUI (1984) os corpos granitóides pertencentes a (SIB) são correlacionados ao evento brasileiro. O litotipo mais evidente desta suíte é representado por um plúton intrusivo denominado por Francisco *et al.* (1971) de granitóide Ney Peixoto.

O Granitóide Ney Peixoto ocorre a 3 km da margem esquerda do Rio Guamá, entre os Igarapés Tauari e Castanhal, no município de Irituia, próximo à localidade Macedônia, sendo amplamente exposto na Pedreira de nome homônimo (DIAS *et al.*, 1994).

O granito Ney Peixoto é fortemente homogêneo, de coloração cinza claro a levemente escuro, tendo sua mineralogia formada por microclina perítica, quartzo, plagioclásio, biotita e muscovita, estes últimos, apresentam um comportamento indicativo de orientação preferencial em locais restritos do plúton granítico (VILLAS, 1982).

DIAS *et al.* (1994) descrevem um aspecto geral anisotrópico relacionado à foliação milonítica e porções isotrópicas dadas pela distribuição aleatória dos minerais, e outra porção pegmatóide formada por foliação milonítica, produzindo ao corpo um bandamento gnáissico e enclaves constituídos essencialmente por biotita.

VILLAS (1982), através do método  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  em rocha total, concluiu que a idade da (SIB) é aproximadamente  $544 \pm 22$  Ma, esta idade é diretamente correlacionada aos valores obtidos por Hurley *et al.* (1968 *apud* VILLAS, 1982), utilizando o mesmo método. Esses valores estão em legítima concordância com o período do evento brasileiro que culminou com sua gênese.

## 5.2 PALEOZÓICO

### 5.2.1 Arenito do Guamá (Siluriano)

Esta unidade apresenta-se justapondo a suíte granitoide através de um forte hiato temporal formado pela não deposição ou formação de rochas dentro deste *Gap*.

As características deste litotipo são marcadas por uma coloração cinza esbranquiçada, bem selecionado, formado essencialmente por quartzo, pouco friável ou parcialmente

silicificado, isotrópico com estratificações incipientes plano paralela e levemente cruzadas, além de estruturas biogênicas de icnofácies Skoliythos, a qual foi interpretada como representativa de ambiente deposicional marinho raso para esse arenito (DIAS, 1994).

O arenito do Guamá é melhor classificado como um quartzo-arenito, devido, ao elevado conteúdo de quartzo presente nesta unidade. Essa unidade tem suas melhores exposições ao longo de pequenos leitos pertencentes ao rio Guamá, bem como, aos arredores dos municípios de São Miguel do Guamá e Irituia.

O contato desta unidade com os sedimentos do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras é visto como discordante, assim como com as unidades mais antigas presentes na região.

Datações relativas sugerem que esta unidade pertence ao Eopaleozoico. As inexistências de dados mais confiáveis e mais absolutos impossibilitam uma datação mais específica para a mesma (FRANCISCO *et al.*, 1971).

### 5.3 CENOZÓICO

#### 5.3.1 Grupo Barreiras

Não se conhece a origem exata da designação formal desta unidade. Aparentemente o termo “Formação” foi incorporado ao nome descritivo “Barreiras” usadas para designar as falésias comuns no litoral brasileiro. (ISSLER, 1974).

O Grupo Barreiras é fortemente diversificado dentro de seu caráter litológico que vai desde camadas argilosas a conglomerática, misturado em parte, com arenitos finos e siltitos que predominam dentro desta unidade. Os arenitos finos e siltitos são intercalados a níveis de areia grossa a conglomerados. Os sedimentos desta Formação são predominantemente afossífero, mal selecionado e bastante friável com coloração variada desde o amarelo até o lilás.

Foi definida três fácies para esses sedimentos (conglomerática, argilo-arenosa e arenosa) no nordeste do estado do Pará, segundo GÓES e TRUCKENBRODT (1980). ROSSETI *et al* (1989) subdividiram a formação Barreiras em doze fácies distintas. Dias *et al* (1994) identificaram na área de trabalho cinco fácies correlacionáveis à fácies definidos por ROSSETI *et al.* (1989), descritas a seguir.

Fácies argilito finamente laminado são constituídos por frações argilo-siltosa e arenosa, dispostas em camadas horizontalizadas, geralmente contínuas, de coloração avermelhada, com intercalações de lentes centimétricas de material areno-argiloso que ocorrem na forma de pacotes com espessura média de 2,0 metros.

Fácies Arenito Maciço são constituídos por arenitos argilosos, de coloração avermelhada, sem estruturação aparente, que ocorrem na forma de pacotes com espessura variando de 0,5 a 3,0 metros, geralmente em contato brusco com o argilito finamente laminado, na porção inferior e com, fácies arenito ferruginosa na porção superior.

Fácies Arenito com Fragmentos de Argila é representada por arenitos mal selecionados, de coloração avermelhada constituído por porções variáveis de areia e argila. Ocorre em pacotes com espessura média de 4,0 metros, mostrando relação de contato com a fácies Argilito Finamente Laminado na porção inferior e com uma superfície ferruginosa na porção superior.

Fácies Conglomerática é constituída de um conglomerado formado por grãos de quartzo leitoso e quartzo microcristalino, de tamanhos variados, geralmente subarredondados, distribuídos aleatoriamente em uma matriz areno-argilosa. Apresenta contato com a fácies argilito finamente laminado na porção inferior e com a fácies arenito ferruginoso na porção superior.

Fácies Arenito Ferruginoso são formadas por grãos de quartzo na fração areia e óxidos de ferro. Esta fácies desenvolve-se formando superfícies extremamente endurecidas e irregulares, com cerca de 100 metros de extensão e aproximadamente 15 cm de espessura, apresenta coloração vermelha e/ou amarela.

### **5.3.2 Formação Pós-Barreiras**

A Formação marcada por sedimentos inconsolidados e a granulometria que é ligeiramente mais grosseira do que os sedimentos do Grupo Barreiras. A presença de seixos e arenitos ferruginosos fortalece esta diferenciação com a unidade sobrejacente (Grupo Barreiras) que se dá através de superfícies discordantes.

Esta unidade distribui-se por toda região nordeste do Pará formando depósitos de areias brancas na forma de corpos alongados, como sendo resultado da lixiviação *in situ* da Formação Barreiras (SÁ, 1969).

Diferentemente da Formação Barreiras, esta apresenta fósseis, sendo estes o principal responsável pela datação absoluta de 5200 anos, que justifica o período mínimo de deposição holocênica para estes sedimentos. (SIMÕES, 1981 *apud* ROSSETI, 1989).

Na área de trabalho foi identificada cinco fácies distintas dessa formação, segundo DIAS *et al* (1994).

Fácies Argilosa não Estruturada sendo constituída por sedimentos argilosos, não estruturados (maciços), de coloração avermelhada, com manchas centimétricas nas cores branca e lilás.

Fácies Conglomerática estruturada é constituída por um pacote sedimentar conglomerático de até 2,0 metros de espessura, com acamamento plano-paralelo, suavemente ondulado, gradando lateralmente para areia grossa a muito grossa. Apresenta coloração esbranquiçada, cinza, esverdeado e róseo. Os seixos apresentam seleção moderada, são geralmente subarredondados, com diâmetro médio de 2 cm e sustentados por uma matriz areno-argilosa de coloração amarelo-esbranquiçada. Apresentando contato brusco com a fácies argilosa não estruturada, na sua base, e gradacional com a fácies areno-argiloso no topo.

Fácies Arenito Grosso é formada por lentes de areias quartzosas com granulometria variando de grossa a muito grossa, de coloração geralmente branca, podendo apresentar porções amarelo-esbranquiçada e avermelhada, sendo resultado do processo de laterização, ocorrendo intercalado à fácies conglomerática.

Fácies conglomerática com blocos de Laterito é representada por um conglomerado mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, subarredondados, de variadas dimensões e fragmentos angulosos a subarredondados de arenito grosso lateritizado, de dimensões centimétricas a métricas. A matriz é constituída por um material areno-argiloso de coloração amarelada, onde os seixos e matacões se distribuem aleatoriamente.

Fácies Areno-argilosa é formada por sedimentos areno-argilosos, de coloração amarelada, chegando a atingir cerca de 5,0 metros de espessura. Apresenta-se posterior ao fácies conglomerático estruturado, com o qual mantém contato gradacional.

### **5.3.3 Sedimentos Recentes**

Os sedimentos recentes são representados por depósitos aluviais constituídos por cascalhos, areias e argilas inconsolidados localizado nas planícies de inundação ao longo de rios e igarapés, onde ocorrem dispostos em faixas estreitas e descontínuas.

Ocorrem sobre os sedimentos Pós-Barreiras, sobretudo como depósitos de areias quartzosas, arredondadas, brancas e límpidas, com granulação variando de areia fina a média, acumuladas em corpos de forma alongada.

LIMA (2000) descreve depósitos de argila recentes depositados na planície de inundação ao longo dos rios Guamá e Irituia, formados pela ação hidrodinâmica dos mesmos.

## 6 IMPACTOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

### 6.1 GENERALIDADES

A atividade mineral ou também conhecida como pequena mineração ou ainda minerais sociais como, que no contexto do município de São Miguel do Guamá têm um foco maior na extração de argilas vem ocorrendo a um pouco mais de quatro décadas e consigo vem trazendo grandes passivos ambientais. Grande parte dessa atividade é feita de forma irregular, sem as preocupações necessárias para a minimização desses impactos. As áreas afetadas pelos impactos vêm muito lentamente recebendo uma atenção nos últimos anos através de propostas de recuperação e reutilização após o término das atividades. A legislação ambiental dessas atividades são totalmente desrespeitadas no que se refere ao princípio do que conhecemos hoje como mineração sustentável.

Com base nisso, as atividades mineiras são facilmente associadas a um quadro de degradação ambiental, pois promove como nenhuma outra, modificações ambientais tão severas que muitas vezes se tornam irreversíveis. A clareza do conceito sobre o que é hoje a mineração sustentável, fica bem distante das práticas tomadas para a exploração dos recursos minerais dentro dos limites geopolítico do município de São Miguel do Guamá (SANTOS, 2009).

Durante o processo de abertura da mina a céu aberto, assim como na fase extração mineral, surgem primeiro impacto paisagístico na geomorfologia da área devido a retirada da cobertura vegetal através do desmatamento de grandes áreas que desnuda o terreno e provoca um impacto visual fortíssimo. Além disso em muitos casos a Mata ciliar é afetada mesmo se tratando de uma área de Preservação Permanente, segundo o Código Florestal (Lei 12.651/2012) e deve-se manter intocada. A necessidade da presença da vegetação ciliar é sem dúvida inquestionável, pelas suas funções com efeitos que não são apenas locais, mas refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica (Davide *et al.*, 2000). Também ocorrem modificações na topografia do terreno mudando o regime do fluxo basal na área de extração do minério. Essa modificação topográfica provocada pela atividade mineira potencializa os riscos de assoreamento nos leitos dos rios que estão nas proximidades das áreas de lavras, levando a uma mudança de comportamento dos mesmos, fato que pode culminar com a inundação de pequenas até mesmo grandes áreas

ao longo de seu trajeto. Podemos enumerar alguns dos principais impactos desse tipo de atividade na região (Figuras 2 a 7).

Figura 2: Decapeamento vegetal e desmatamento.



Fonte: Autor.

Figura 3: Mudança na topografia do terreno.



Fonte: Autor

Figura 4: Poluição atmosférica:



Fonte: Autor

Figura 5: Assoreamento das drenagens



Fonte: Autor

Figura 6: Acúmulo de Aguas Pluviométrica que Propicia a Proliferação de Mosquitos



Fonte: Autor

Figura 7: Cava No Tamanho Padrão Para Implantação De Tanques Para Piscicultura



Fonte: Autor

## 7 USO FUTURO DAS ÁREAS DEGRADADAS

Objetivando minimizar os enormes passivos ambientais deixados pelo excessivo uso desordenado da atividade mineira na região e principalmente nas margens dos rios Guamá e Irituia, é obrigação do poder público fazer valer a legislação vigente em todas as esferas, estabelecer normas e diretrizes/projetos de modo a recuperar as características primárias da natureza e as posteriores ao uso da área. Para assim tentar um novo equilíbrio para o meio ambiente não é uma tarefa das mais fáceis, porém, com advento de novas técnicas de engenharia ambiental, podemos sim, equilibrar o nosso meio físico, fazendo com que o mesmo se adapte ao novo contexto pedológico e ecológico imposto pela atividade.

O método de exploração de argilas na região é feita com base na abertura de cavas que muitas vezes ultrapassam medidas de piscinas olímpicas e que depois do término das atividades ficam abandonados. Nesse contexto aproveitar essas imensas áreas se torna uma saída inteligente no sentido de mitigar os impactos e ainda poder gerar renda e emprego para a população local que no futuro próximo não mais contará com esse minério. A criação de peixes em tanques, que por si só, já são impermeáveis, passando a ser potencialmente utilizadas, agricultura e até mesmo ao lazer (SANTOS, 2009).

As áreas que se encontram mais próximas dos rios (Guamá e Irituia) podem ser utilizadas para piscicultura (Figura 8), visto que a água pode ser acumulada naturalmente, através da implantação de um sistema adequado de drenagem entre as cavas e o rio, controlada por um conjunto de comportas. Desta forma, não haveria a diminuição da lamina d'água durante os períodos de estiagem. Este procedimento permitiria que as espécies já adaptadas ao rio tivessem livre acesso as lagoas, e lá constituíssem o seu novo habitat. Em conjunto poderia ser introduzidos viveiros para a criação de patos, gansos etc. (LIMA, 2000).

Ainda de acordo com as ideias de Lima (2000), implantação de atividades agrícolas em áreas submetidas a exploração mineral exige uma prévia recuperação da camada orgânica dos solos que pode ser feita tanto através da recuperação da cobertura vegetal, como também através da colocação de camadas de húmus previamente guardada ou pela reposição da terra preta.

Ultimamente temos visto muitos exemplos de utilização de antigas áreas de extração mineral a serem usadas com a finalidade de lazer. Uma das principais utilizações dessas antigas cavas é com a prática de atividades esportivas como mergulho, sendo que, nas áreas de exploração de argila a profundidade dessas cavas não passa de 3 metros, inviabilizando

essas atividades. Porém, é possível a utilização desta área para a prática de pedalinhos como forma de aproveitamento do espaço físico (Figura 9).

Figura 8: Utilização das cavas para piscicultura.



Fonte: Autor

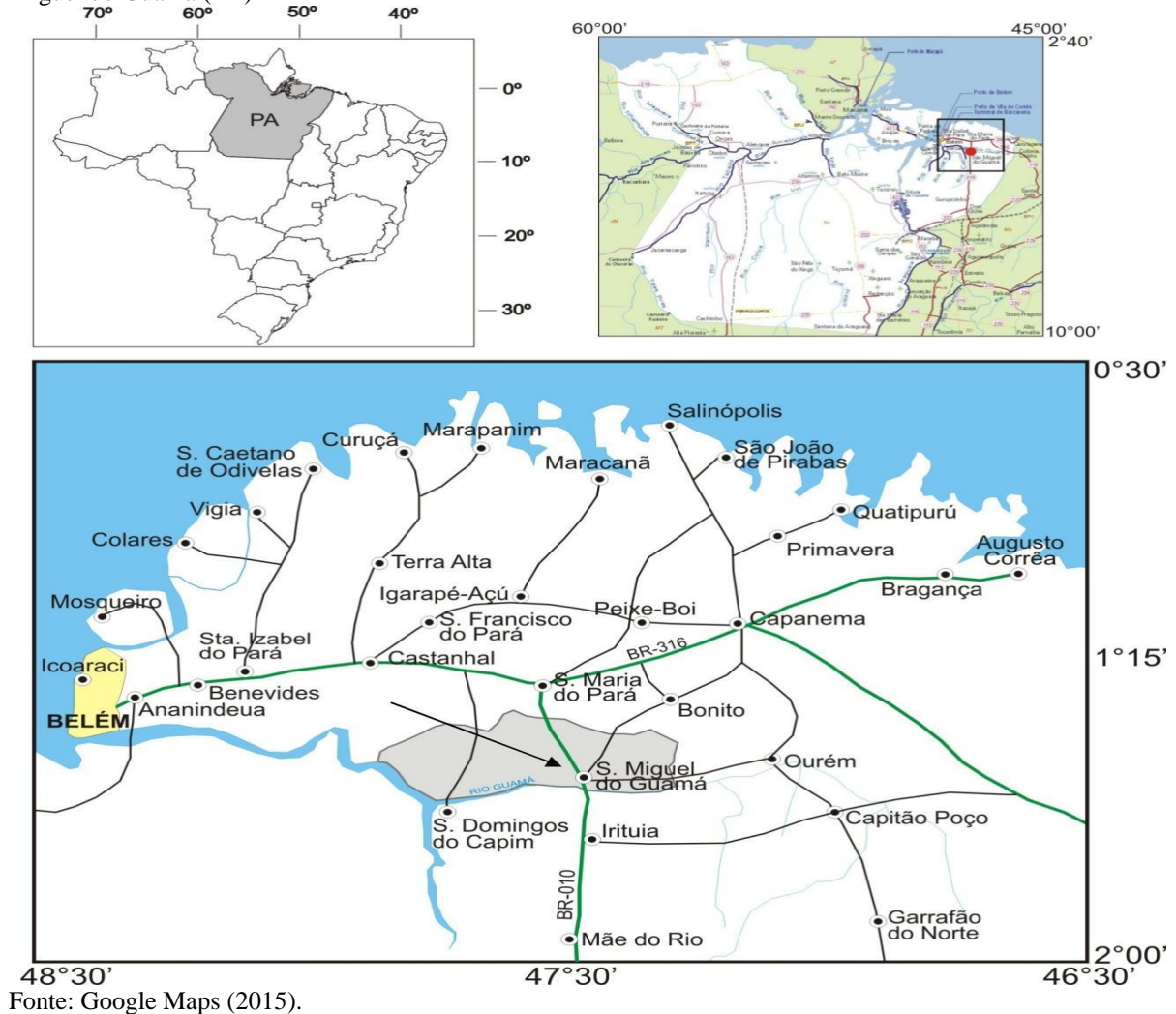
Figura 9: Prática de pedalinho como lazer.



Fonte: GOOGLE.

Utilização De Geoprocessamento Na Seleção De Áreas Degradadas Pela Extração De Argilas, Dessa Forma Propor Ao Poder Público Local Uma Forma de Uso Dessas Áreas abandonadas Para Implantação De Aterro Sanitário No Município De São Miguel Do Guamá/PA, que está localizado na região nordeste do Estado do Pará (Figura 10). Sua principal atividade econômica é o setor da indústria cerâmica, e agropecuária.

Figura 10: Mapa de localização da área de trabalho destacando os limites municipais do município de São Miguel do Guamá (PA).



## 8 METODOLOGIA DE TRABALHO

O Quadro 2 expõe os dados básicos da população e do tamanho geográfica do município de São Miguel do Guamá.

Quadro 2: População e tamanho geográfico do Município de São Miguel do Guamá.

População estimada 2015	55.942 habitantes
População 2010	51.587 habitantes
Área da unidade territorial(km <sup>2</sup> )	1.110.175 Km <sup>2</sup>
Densidade demográfica	46.45 habitantes / Km <sup>2</sup>

Fonte: IBGE (2015)

Primeiramente, calculou-se a vida útil de 20 anos (2015-2035), calculou-se a área mínima necessária para o funcionamento, em boas condições, de um aterro sanitário no município de São Miguel do Guamá. Primeiramente, estipulou-se a população do município em 2035 usando a equação 1, onde  $Pop_f$  é a população final;  $P_0$  é a população atual;  $d$  é a taxa de crescimento populacional anual; e  $t$  o tempo passado em anos:

$$Pop_f = P_0 \cdot (1 + d)^t \quad (1)$$

Em seguida Utilizando os dados estipulados a partir do censo do IBGE (2015) para o município de São Miguel do Guamá (tabela 1), tem-se que o mesmo possui atualmente 55.940 habitantes. Assume-se uma taxa de crescimento populacional anual de 2,56%, equivalente ao que o município teve na última década. A equação 2 mostra a população estimada de São Miguel do Guamá daqui a 20 anos:

$$Pop_{2035} = 55.940 \cdot (1 + 0,0256)^{20} = 92.740 \quad (2)$$

De acordo com Mesquita (1999), cada habitante produz por dia cerca de 0,8 kg de lixo domiciliar. Sendo assim, a quantidade de lixo produzida em 2035 é dada pela equação 3:

$$Q_{2035} = 92.740 \cdot 0,8 = 74.192 \text{ kg/dia} \quad (3)$$

Segundo Haddad (1994), o peso específico do lixo compactado fica na faixa de 500 a 700 kg/m<sup>3</sup>. Assumindo o valor mais alto, tem-se que o volume de lixo diário (equação 4) e o volume de lixo acumulado em 20 anos (equação 5) é:

$$V_{\text{diário}} = 74.192 / 700 = \sim 105,98 \text{ m}^3/\text{dia} \quad (4)$$

$$V_{2035} = 105,98 \cdot 365 \cdot 20 = 773,654 \text{ m}^3 \quad (5)$$

Por fim, estabelecendo uma altura máxima (h) de 6 m em que o lixo pode ser empilhado, é possível calcular a área mínima do aterro sanitário a partir da equação 6:

$$A_{\text{mínima}} = V_{2035}/h = \sim 43,75 \text{ ha} \quad (6)$$

Concluiu-se então que a área mínima reservada para a implantação de um aterro sanitário com vida útil de 20 anos no município de São Miguel do Guamá deve ser de 43,75 ha.

Para a seleção das áreas, utilizou-se critérios como Solos, declividade do terreno, formações geológicas, distância da rede hidrográfica, distância da malha viária e distância do centro urbano. A partir destes temas em formato *shapefile*, que tiveram como fontes: 1) A base de dados disponibilizada pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), para os temas Hidrografia, Malha Viária e Geologia; A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com a disponibilização de mapa de solos do município de São Miguel do Guamá no formato PDF, que foi posteriormente georreferenciado e vetorizado; Imagens Landsat 8 e SRTM, para delimitação da zona urbana de São Miguel do Guamá e geração do mapa de declividade, respectivamente.

Utilizando a função *buffer*, foram calculadas as distâncias de segurança de acordo com os critérios adotados na bibliografia, para os temas distância da zona urbana, rodovias e corpos hídricos. Após isso, juntamente com os outros temas, foi feita a conversão para formato *raster* com subsequente reclassificação com atribuição de pesos e notas para cada um, utilizando o *software ArcGis 10.3*. (Tabelas 1 a 6).

Tabela 1: Notas definidas para o atributo distância.

CLASSIFICAÇÃO	DISTANCIA	NOTA
PESSIMA	Maior que 20 Km	0
IMPROPRIA	0-2Km	3
REGULAR	10-20 Km	5
BOM	5-10 Km	7
PROPRIO	2 a 5Km	10

Tabela 2: Notas definidas para o atributo solos.

CLASSIFICAÇÃO	NOTA
Argilossolo amarelo	7
Argilossolo vermelho	10
Gleissolo haplico	3
Neossolo fluvico	0

Tabela 3: Notas definidas para o atributo declividade.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>DECLIVIDADE</b>	<b>NOTA</b>
IMPRÓPRIA	2-8%	0
REGULAR	8-15%	2
BOA	15-20%	7
PRÓPRIA	Maior que 20%	10

Tabela 4: Notas definidas para o atributo unidade geológica.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>UNIDADE GEOLÓGICA.</b>	<b>NOTA</b>
IMPRÓPRIA	Sedimentos pós barreiras	5
BOA	Barreiras	10

Tabela 5: Notas definidas para o atributo distância da malha viária

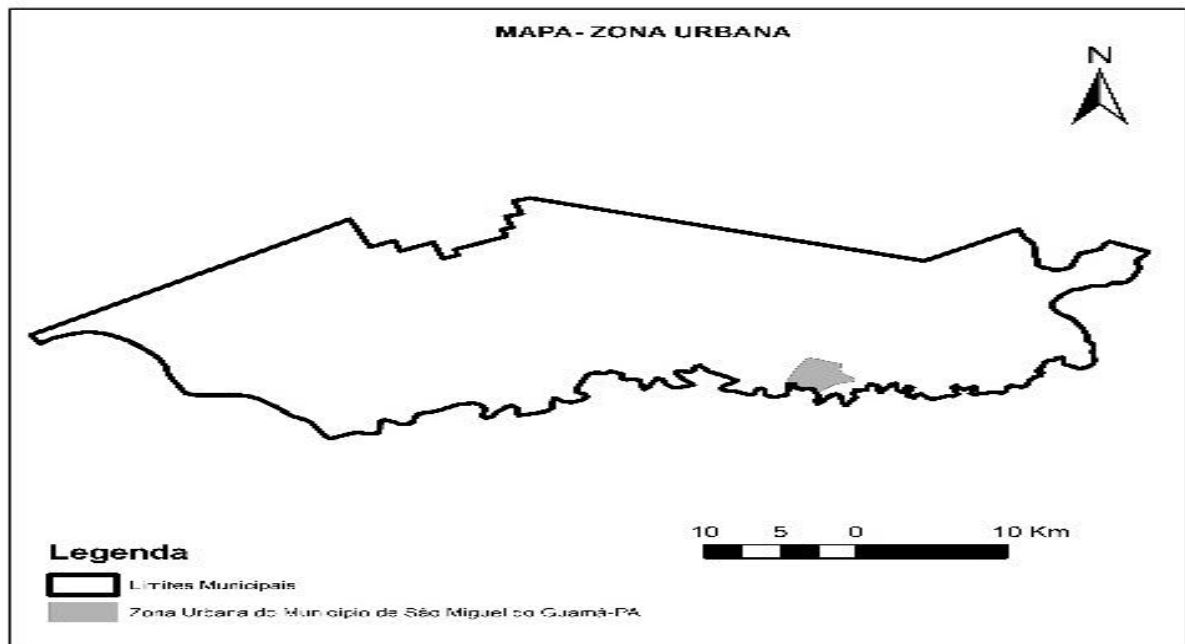
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>NOTA</b>
IMPRÓPRIA	Maior que 1Km	0
BOA	500-1Km	5
EXCELENTE	Menor que 500m	10

Tabela 6: Notas definidas para o atributo distância dos corpos hídricos

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>NOTA</b>
IMPRÓPRIA	0-200m	0
REGULAR	200 a 400m	5
PRÓPRIA	Maior que 400m	10

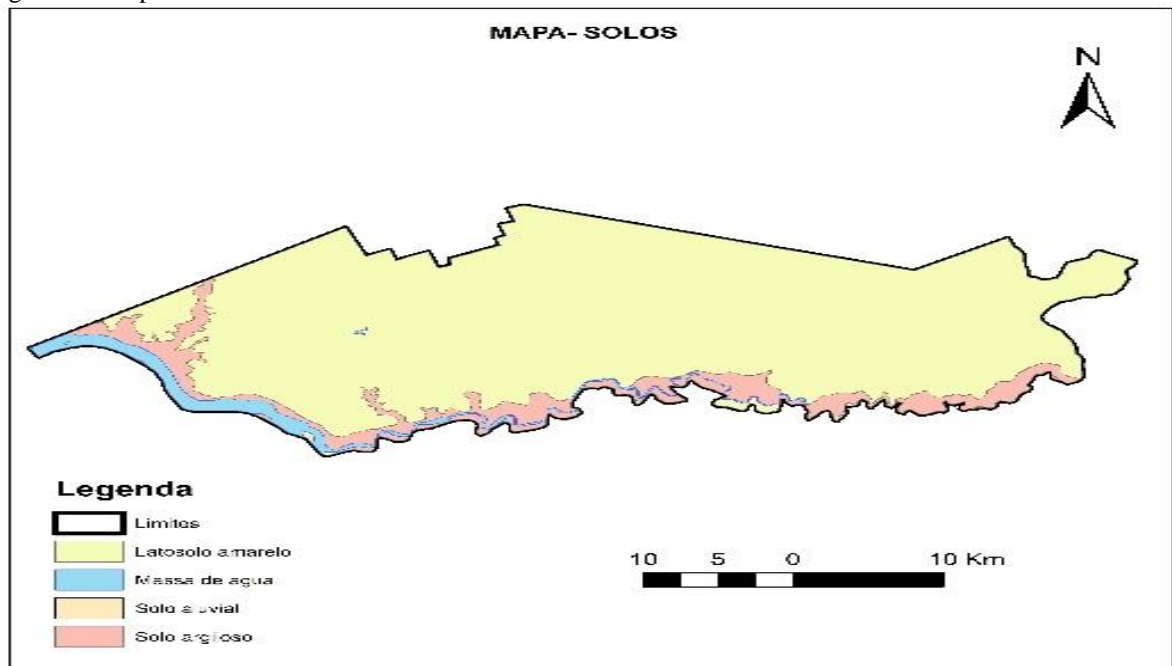
A partir da atribuição de notas para cada tema, foram gerados mapas de distância ponderados (Figura 11 a 16), utilizando o software *ArcGis* 10.3:

Figura 11: Mapa de zona urbana.



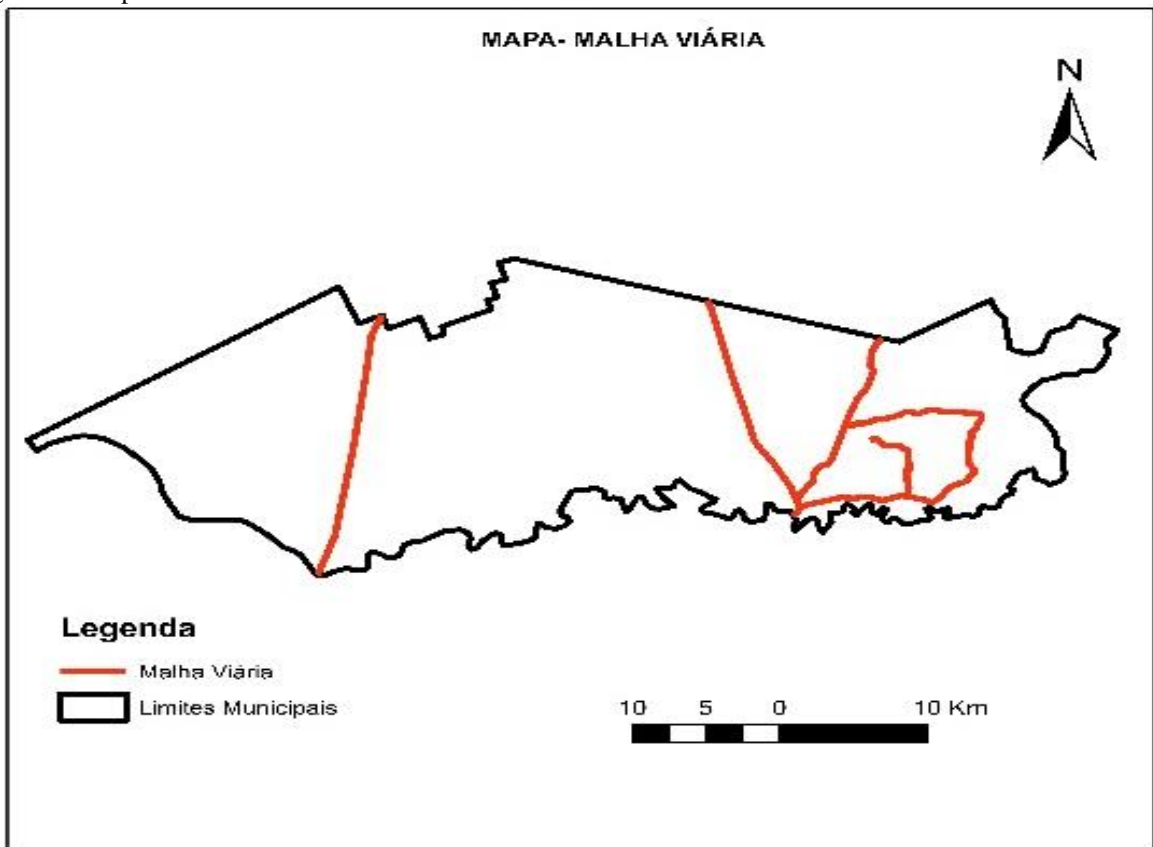
Fonte: Autor

Figura 12: Mapa de solos.



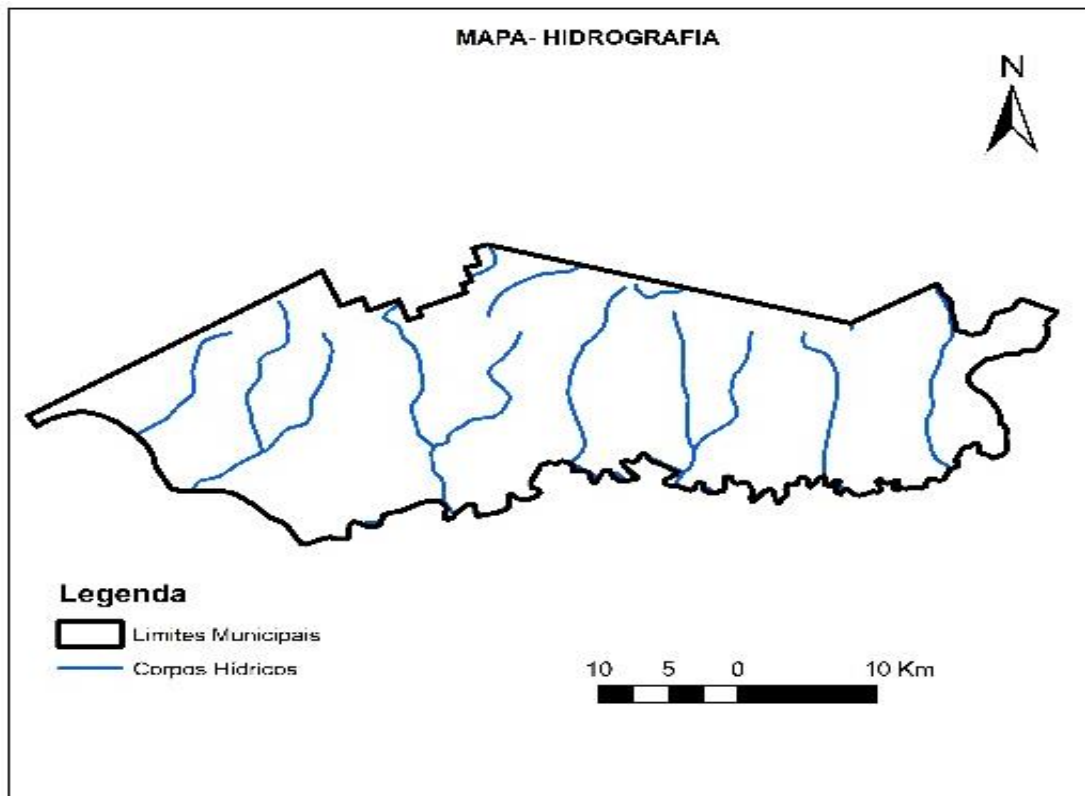
Fonte: Autor

Figura 13: Mapa de malha viária.



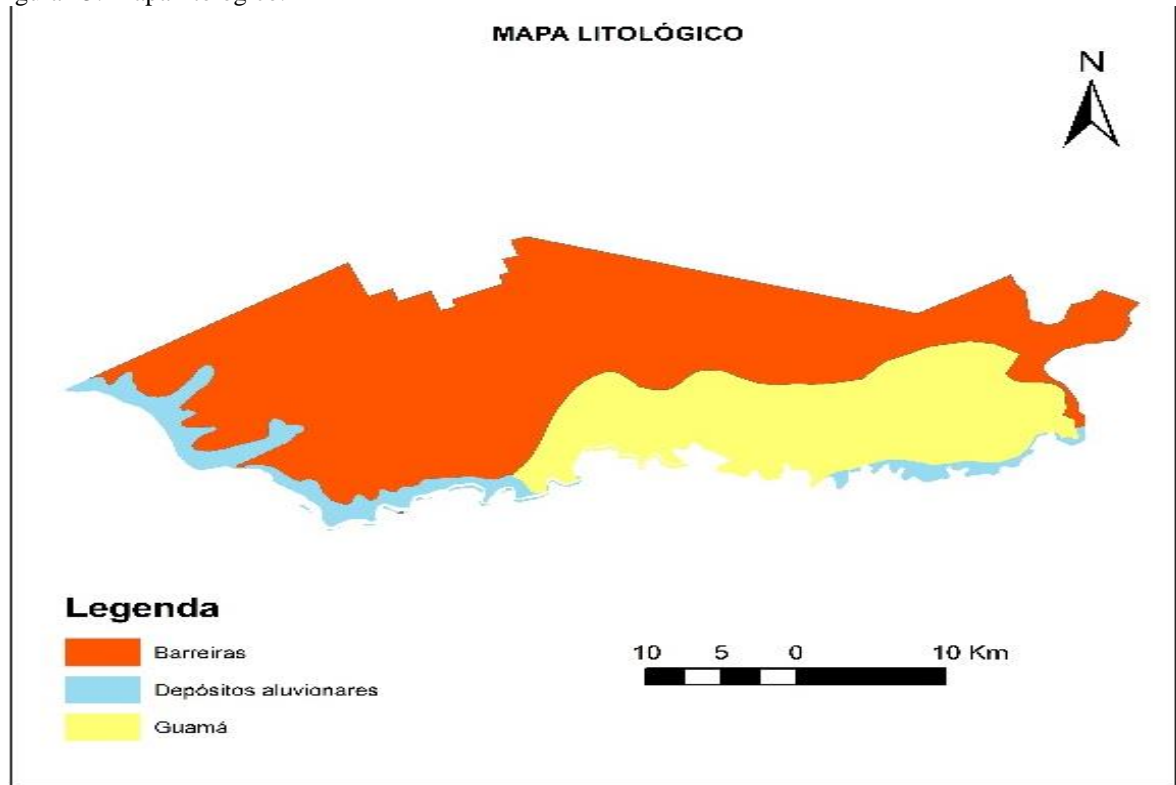
Fonte: Autor

Figura 14: Mapa de hidrografia.



Fonte: Autor

Figura 15: Mapa litológico.



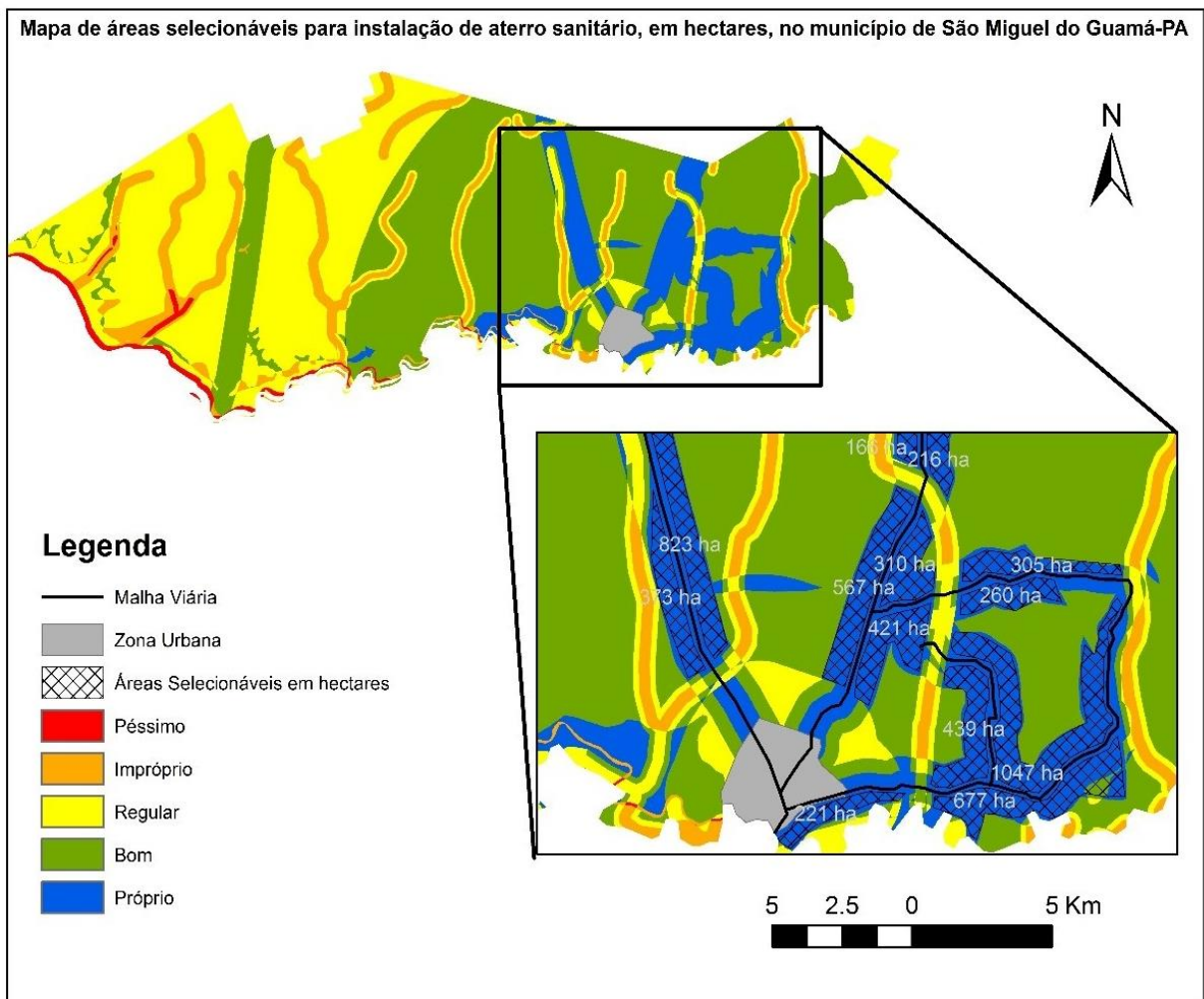
Fonte: Autor

As classes e pesos no mapa final foram os seguintes:

Nota	Potencial
0.98-2	Péssimo
2-4	Impróprio
4-7	Regular
7-10	Bom
10	Próprio

Por fim Para gerar o mapa final abaixo, utilizou-se o software Arcgis 10.3, através da sobreposição dos mapas já reclassificados, utilizando a função *raster calculator*:

Figura 16: Mapa Final Do Potencial Para Instalação De Aterro Sanitário No Município De São Miguel Do Guamá/PA



Fonte: Autor

## 9 RESULTADOS

Foram Identificadas Pelo Menos 13 Áreas Potenciais Para Instalação Do Aterro. As Áreas Com Maior Extensão Localizam-Se Da Porção Central A Porção Leste, Em Verde, Foram Classificadas Como BOAS, Para Implantação Do Aterro. No Entanto, Atingindo As Notas Mais Altas, Em Azul, Foram Identificadas 11 Áreas, Com Áreas Classificadas Como PRÓPRIAS, De 823 Ha, 373 Ha, 166 Ha, 216 Ha, 310 Ha, 567 Ha, 305 Ha, 260 Ha, 421 Ha, 439 Ha, 221 Ha, 677 Ha, 1047 Ha. Estas Áreas, Além De Notas Maiores De Acordo Com Os Critérios Utilizados, Possuem Boa Logística, Por Se Localizarem Próximas A Rodovias E A Zona Urbana Do Município De São Miguel Do Guamá, E Todas Elas Satisfazem A Área Mínima Calculada Para o Aterro

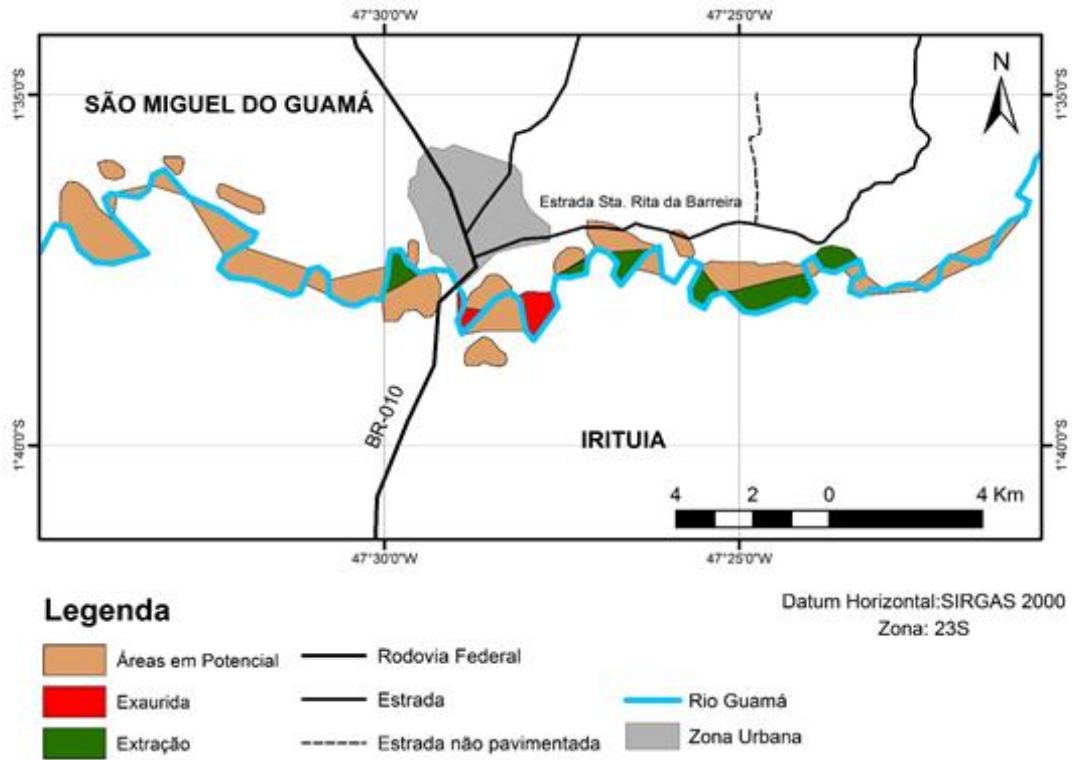
### 9.1 ÁREAS PRODUTORAS NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

Em São Miguel do Guamá as argilas são de coloração cinza acastanhado, com concreções ferruginosas e pouco plásticas. Constituem depósitos recentes originados pela ação geológica do Rio Guamá e Irituia, o qual se apresenta em forma meandrante no trecho que percorre os municípios (LIMA, 2000).

Mais de 90% das áreas de extração no município de São Miguel do Guamá se encontram margeando ou nas proximidades dos principais cursos de água da região, esses cursos de água em geral são afluentes diretos dos rios Guamá e Irituia. Esses dois rios foram e são os principais agentes de deposição dos leitos argilíferos presentes na área de pesquisa.

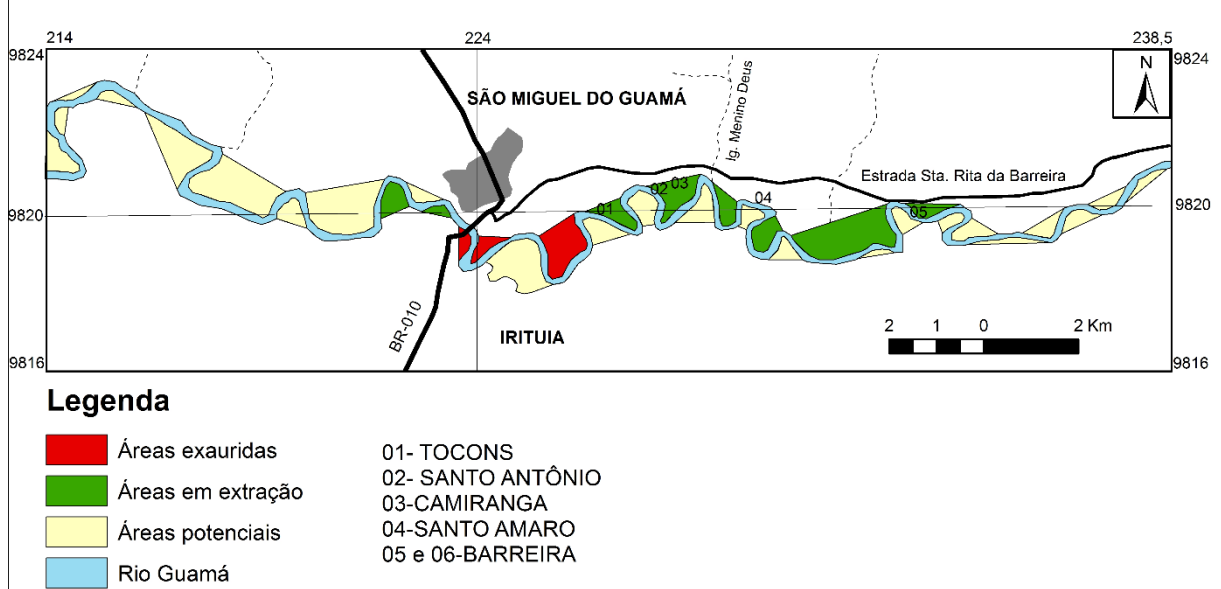
A deposição das argilas é fortemente controlada pela hidrodinâmica dos rios exploração (Figuras 17 a 19). As argilas encontram-se aflorando nessas áreas sem apresentar qualquer tipo de capeamento o que torna mais fácil sua exploração (RIBEIRO, 2002). Em São Miguel a partir de 1,5 m de profundidade a coloração da argila se torna cada vez mais escura, provavelmente pelo aumento da concentração de matéria orgânica e ferruginosa presente no horizonte em questão. Em Irituia as características são bem semelhantes, divergindo somente, na espessura do leito argiloso, que é aproximadamente 3 metros. Essa característica é marcada pelo maior distanciamento das áreas de lavras deste município com relação ao leito dos rios. A estratificação dos leitos argilosos desses dois municípios é marcada pela oscilação das zonas de inundações dos rios que demarcam a região, por isso, regiões que se encontram mais adequadamente dentro da zona de inundação, por consequência apresentaram maior nível argiloso e menor conteúdo ferrífero e arenoso.

Figura 17: Mapa de detalhe das áreas de extração de argila (exauridas; potenciais; em extração)



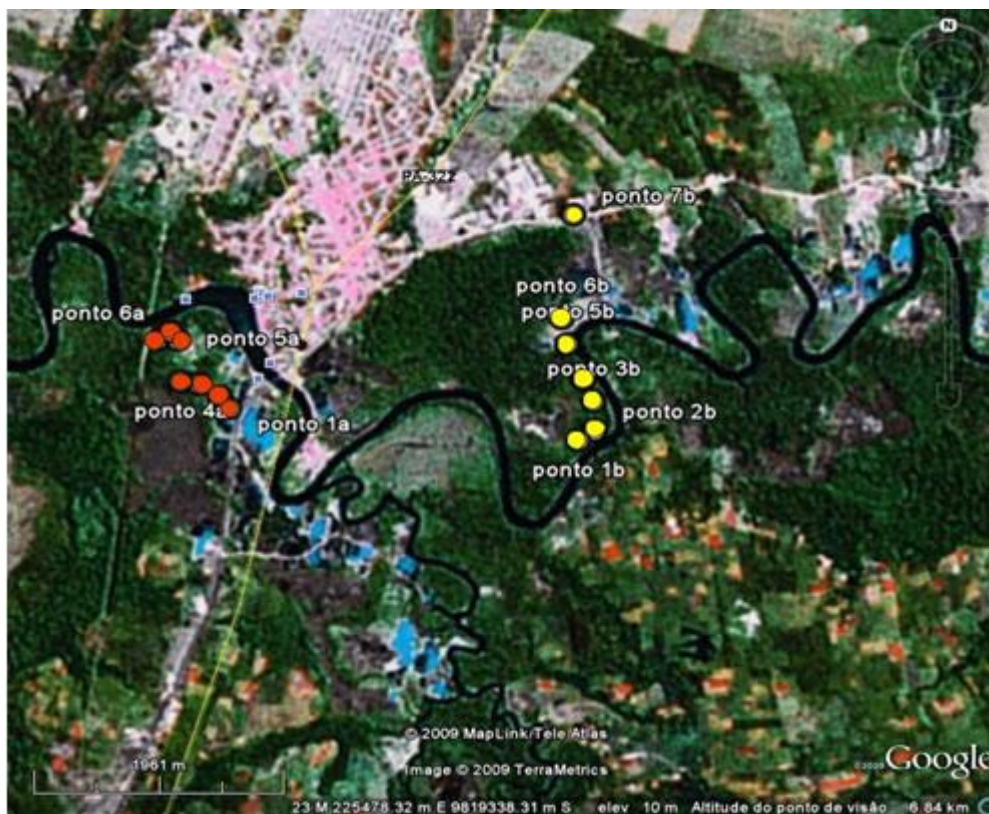
Fonte: Autor.

Figura 18: Mapa de detalhe das áreas de extração de argila (exauridas; potenciais; em extração)



Fonte: Santos (2009).

Figura 19: Localização das áreas de exploração atual de argila. Em vermelho, zonas de extração em Irituia e em amarelo zonas de extração de São Miguel do Guamá.



Fonte: Google Earth (2015).

## 9.2 CALCULO DE RESERVA DOS DEPÓSITOS DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ(PA)

Seguindo a metodologia de (Lima,2000) Os cálculos referentes a reservas de argila de são Miguel do Guamá foram efetuadas com base em dois mapas, a partir dos quais foi possível delimitar as áreas de ocorrência de argila através do controle geológico (partes côncavas dos rios), e posteriormente calculou-se os valores das áreas dos depósitos. Com base na espessura média dos depósitos (1,5 m) foi possível definir o volume de material a ser explorado ou seja as áreas em potencial.

É importante salientar que o cálculo de reserva para o Município de são Miguel do Guamá foi feito em áreas que já foram exploradas ou aquelas que estão em exploração sem levar em consideração as áreas que apresentam potencial para exploração de argila, para se efetuar o cálculo de reserva considerou-se que cerca de 60% das áreas de extração já foi exaurida.

As reservas de argila de São Miguel do Guamá foram calculadas a partir da confecção de um mapa figura (figura 17) onde foi possível delimitar as áreas de extração atual (verde), as áreas que apresentam potencial (amarelo) e aquelas áreas que já foram abandonadas (vermelho) isso tudo considerando que os depósitos de argila de São Miguel se encontram nas partes côncavas meandantes do rio Guamá e afluentes

Hoje os depósitos em atual extração de argila no município de São Miguel do Guamá correspondem a aproximadamente uma reserva útil, ou seja, área não explorada de aproximadamente  $4.541.334\text{m}^2$  com uma cava média de 1,5 m de profundidade o que daria um volume de argila de  $6.8112.001\text{m}^3$ , comparando com os dados de Lima (2000) houve um aumento considerável no número de indústrias que passou de cinco (5) no ano de 2000 para atuais quarenta e seis (46) em 2015 estes depósitos forneciam argila para apenas 5 indústrias cerâmicas à época no município de São Miguel do Guamá, cujo o consumo era da ordem de  $70.000\text{m}^3$  de argila/ano, assim concluiu-se que o tempo de vida útil desses depósitos (ver tabela 8) aumentaria de 25 anos segundo (LIMA, 2000) para mais de 122,5 anos se levarmos em consideração o mesmo ritmo de exploração/consumo de argila atual.

Tabela 7: Cálculo de reserva dos depósitos de argila no município de São Miguel do Guamá (PA)

Município	Área(m <sup>2</sup> )	Reserva útil de Argila(m <sup>3</sup> )	Consumo Anual de Argila	Tempo de vida útil dos Depósitos(anos)
São Miguel do Guamá	1.175.496,7	1.763.245	70.000	25,5

Fonte: Lima (2000)

Tabela 8: Cálculo de reserva dos depósitos de argila no município de São Miguel do Guamá (PA). Quadro Atual 2015

Município	Área(m <sup>2</sup> )	Reserva útil de Argila(m <sup>3</sup> )	Consumo Anual de Argila(m <sup>3</sup> )	Tempo de vida útil dos Depósitos(anos)
São Miguel do Guamá	4.541.334	6.8112.001	55.600	122,5

Fonte: Autor

### 9.3 LEGALIDADE DAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILAS EM SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

Pesquisas feitas junto ao DNPM/PA nos mostram a situação legal das áreas de extração de argila nos municípios de São Miguel do Guamá e região, das 46 olarias instaladas nesse município, apenas 28 (60% do total) possuem áreas de lavra devidamente legalizadas no DNPM (Quadro 3; Figura 20).

Quadro 3: Legalidade das áreas de extração de argilas em São Miguel do Guamá(2015)

01	Cer.Nippon Ind.Com.Ltda	11	N. Y. T, Miyahara Kikuchi Me	21	Kamiranga Ind. E Com. Ltda Epp (Cnpj :850.006/2013)
02	Cer.Nippon Ind.Com.Ltda	12	Ceramica Beira Rio Ltda	22	Kamiranga Ind. E Com. Ltda Epp ( Cnpj: 850.344/2003)
03	Dácio José Gabriel	13	Cerâmica Do Norte Ltda	23	Kamiranga Ind. E Com. Ltda Epp ( Cnpj: 851.581/2011)
04	Cer.Cachoeira Ltda Epp	14	F.M. Ind. De Cerâmica Ltda	24	Kamiranga Ind. E Com. Ltda Epp (Cnpj:850.572/2010)
05	Cerâmica Menegalli Ltda	15	Cerâmica Alexandre Ltda	25	R. Gonçalves Barbosa
06	J. D Miranda De Araújo - Me	16	Cerâmica São Francisco Ltda	26	Ceramica Barreiras Ltda
07	Cer. Miranda Lima Ltda Me (Cnpj: 850.010/2012)	17	Cerâmica São Francisco Ltda	27	F.M.A. Araújo Me
08	Cer. Miranda Lima Ltda Me ( Cnpj:850.529/2003)	18	Cerâmica São Francisco Ltda	28	Ind. Cer. São Paulo Ltda. Me
09	Cer. Bastos Ltda Me	19	Cer. Guerreiro Ind. Com. Ltda Me		
10	R. Gonçalves Barbosa Me	20	Cer. Santo Antonio Ltda Epp		

Fonte: Portal DNPM- SISTEMA SIGMINE,2015

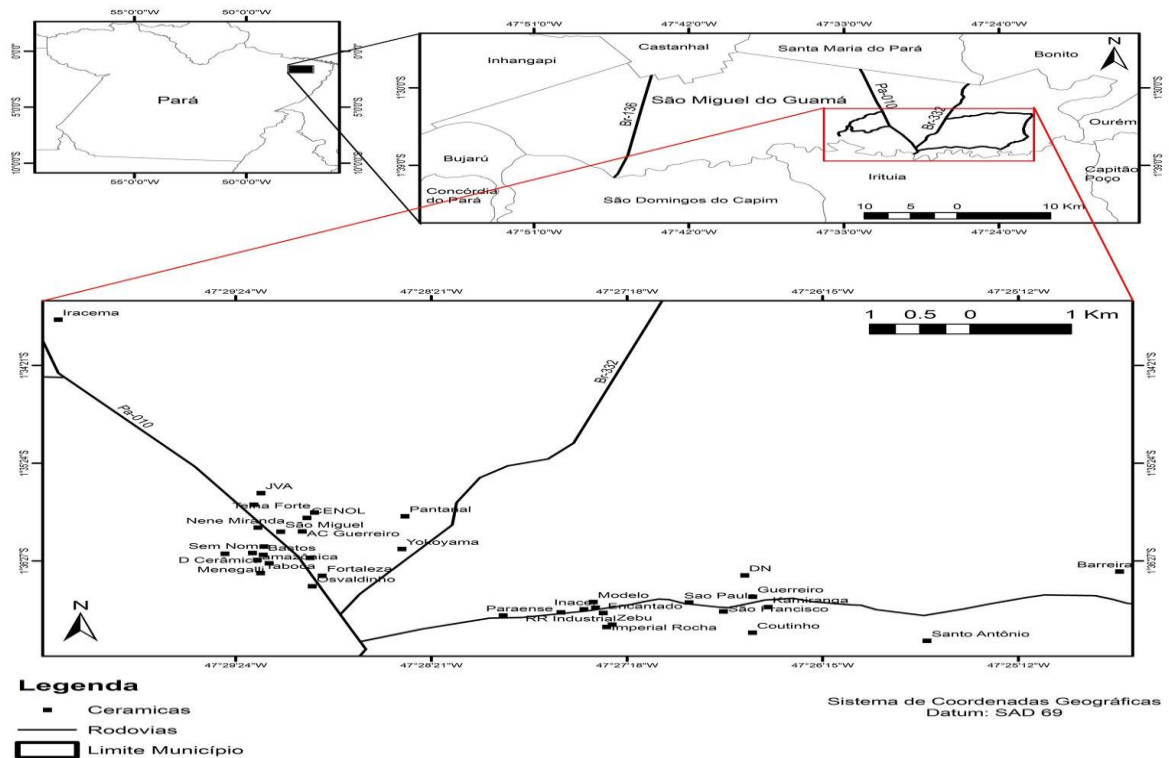
Segundo Santos (2009) Pesquisas feitas junto ao DNPM/PA nos mostram a situação legal das áreas de extração de argila nos municípios de São Miguel do Guamá e região, das 42 olarias instaladas nesses municípios, apenas 25 (60% do total) possuem áreas de lavra devidamente legalizadas no DNPM (Quadro 4). Outras cerâmicas estão com processo em andamento neste órgão.

Quadro 4: Legalidade das áreas de extração de argilas em São Miguel do Guamá (2009).

01	Yokoyamas	11	Miranda de lima	21	Junior Mendes
02	Barbosas	12	Andrade	22	F.M.LIME EPP
03	Telha forte	13	Bastos	23	KM 5
04	Tabocas	14	A.C.Guerreoro	24	BEZERRINHA
05	Cecal	15	Barro bom	25	Irituia
06	Barreira	16	Tropical		
07	Camiranga	17	Acari		
08	Kikuchi e Yukie	18	Vale do Guamá		
09	Menegalli	19	Fortaleza		
10	Telha forte	20	Fantasia-cenol		

Fonte: Santos (2009).

Figura 20: Localização das indústrias cerâmicas em São Miguel Do Guamá



Fonte: Autor

#### 9.4 ESTUDOS TÉCNICOS DAS ARGILAS DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

Segundo REIS (1927), RIES (1972) e SANTOS (1976), as argilas para serem utilizadas na fabricação de telhas e tijolos, devem apresentar as seguintes características físicas: serem facilmente moldadas, apresentarem valor médio a elevado para a tensão de ruptura à flexão, antes ou depois da queima; apresentarem cor vermelha após a queima em temperatura de 950°C, com o mínimo de trincas e empenamento.

Ainda segundo SANTOS (1976) argilas que apresentam altos teores de ferro bivalente (Fe<sup>2+</sup>) elementos alcalinos (lítio, sódio e Potássio) e alcalinos terrosos (Berílio, Magnésio e cálcio) são prejudiciais pois são responsáveis por cores indesejáveis após a queima, já que o mercado brasileiro tem preferência por cores vivas que variam do laranja ao vermelho, toda via existem argilas pobres em ferro que apresentam cores claras com características satisfatórias para a fabricação de telhas e tijolos, as argilas recentes e antigas são mais indicadas para essa finalidade.

## 9.5 METODOLOGIA DE TRABALHO

Tanto no trabalho de LIMA (2000) e (2009). Foram aplicadas as mesmas técnicas Para a realização dos ensaios técnicos, foram tratadas e analisadas 05 amostras em São Miguel do Guamá das quais cinco (SAL-05-A, SAL-05-B, SAL-05-C, SAL-06-A E SAL-06-B) foram coletadas em frentes de lavra e galpões De algumas indústrias cerâmicas em São Miguel do Guamá, devido ao difícil acesso no período de chuva, foi coletada apenas uma amostra na frente de lavra (SM-E-1) e uma no pátio de estocagem da cerâmica Barbosa (C-B-1). Foi utilizada a seguinte metodologia: desagregação do material e secagem a temperatura de 110°C durante 12 horas, moagem em moinho de bolas por cerca de 30 minutos (Figura 21) e por fim, prensagem do material em prensa elétrica para confecção dos corpos de prova (Figura 22). Os corpos de prova foram confeccionados em moldes de aço sob a forma de lâminas prismáticas, com as seguintes dimensões 10 cm x 5 cm x 1cm e prensados a 200 kgf/cm<sup>2</sup>. Feito isso as amostras foram levadas à estufa na temperatura de 80°C para retirar um pouco a sua umidade, em seguida, feito à queima no forno na temperatura de 1000°C, por aproximadamente 2 horas. Essas análises foram todas realizadas junto ao laboratório Usimat (usina de materiais) vinculado à faculdade de Engenharia Química do Instituto de Tecnologia (ITEC-UFPA).

Na determinação da mineralogia LIMA (2000); Utilizou 06 amostras de 100g coletadas nos depósitos de São Miguel do Guamá que foram inicialmente secas ao ar livre e desagregadas manualmente. Em seguida foi feito o peneiramento (peneira de 0,062) onde cada amostra foi dividida em duas frações (areia e pelítica) posteriormente a fração pelítica (silte + argila) foi separada em outras duas frações (silte e argila) através do processo de centrifugação. De posse das frações silte e argila foram confeccionadas 30 lâminas delgadas, sendo dez(10) da fração silte e dez (10) da fração argila e dez (10) da amostra total, sendo posteriormente aquecida(50°C) e depois glicolada. Por fim esse material foi analisado no laboratório de difração de Raio-x do CG/UFPA e assim determinada sua mineralogia. De posse do peso inicial de cada amostra (100g) e após separação e pesagem das frações areia, silte e argila foi possível determinar o potencial de cada fração na amostra inicial.

A composição química foi determinada nas mesmas amostras submetidas as análises mineralógicas. Essas amostras foram inicialmente pulverizadas em grau de ágata no laboratório de sedimentologia do CG/UFPA, e posteriormente levadas ao laboratório de análises químicas do CG/UFPA, onde foram feitas as aberturas (ácida e alcalina). Em seguida foi feito a análise dos elementos maiores (Si, Al, Fe\* e Ti) por via úmida é determinada a

perda ao fogo (H<sub>2</sub>O+); os elementos menores (Mn, Mg, Na, K e Ca) foram determinados por absorção atômica, no laboratório do CG/UFPA.

Figura 21: Forno de 110°C(A); Moinhos de bolas (B), prensa elétrica (C) e forno de 1000°C



Fonte: Modificado de Santos (2009).

Tabela 9: Resultados dos Testes físico-cerâmico com seus respectivos padrões analíticos.

Amostra	Ps	Pu	Pi	Pa (%)	Aa (%)	D (%)	R (%)	TRF (kgf/cm <sup>2</sup> )	Cor após a queima
SM-E-1	36	40,6	21,6	24,21	12,78	1,89	3,96	118,42	Laranja escuro
C-Y-1	35,5	40,4	21,2	25,52	13,80	1,85	4,12	124,35	Laranja escuro
IR-E-C	79	88,3	47,5	22,79	11,77	1,94	4,23	121,38	Laranja escuro
IR-E-D	33,3	37,4	20,1	23,70	12,31	1,92	3,59	122,95	Laranja escuro
IR-E-B	28	32,6	16,5	28,57	16,43	1,74	3,74	66,74	Marrom avermelhado
IR-E-A	22,4	28,5	12,6	38,36	27,23	1,41	6,45	43,25	Laranja claro
C-B-1	29	32,2	14,6	22,58	14,48	1,56	3,48	65,62	Marrom avermelhado
Média	37,60	42,86	22,01	26,53	15,54	1,76	4,22	94,67	

Fonte: SANTOS (2009).

Porosidade Aparente:  $Pa = (Pu - Ps) / (Pu - Pi) * 100$

Absorção de água:  $Aa = (Pu - Ps) / (Ps) * 100$

Retração linear:  $R = (L - Lq) / (L) * 100$

Densidade:  $D = Pa / Aa$

Tensão de ruptura à flexão:  $TRF = 3/2 * [(X/Y) * AxZ] / b * x^2$

ps - peso seco

Pu - peso úmido

Pi - peso imerso

L - comprimento inicial

Lq - comprimento final

M. Total - Massa total do balde + corrente + água  
Balde - Balde + corrente

A - Massa de Água

b - Largura do corpo de prova

h - Espessura do corpo de prova  
 X - Dist. Entre o eixo e a extremidade da prensa = 73,5cm  
 Y - Dist. Entre o ponto de apoio do corpo de prova e a extremidade da prensa = 19,5cm  
 Z - Dist. Entre os pontos de apoio do corpo de prova = 6,5cm

Tabela 10: Parâmetros tecnológicos estabelecidos pela ABNT, para o uso industrial das argilas para produção de telhas e tijolos.

<b>Massa Cerâmica (manual, estruturada e prensada)</b>	<b>Tijolos</b>	<b>Telhas</b>
Absorção de água máxima	25%	20%
Porosidade aparente (mínima)	17% a35%	17% a35%
Densidade aparente (mínima)	1,7g/cm <sup>3</sup>	1,7g/cm <sup>3</sup>
Retração linear (máxima)	6%	6%
Tensão de ruptura após queima de 950°C	55kgf/cm <sup>3</sup>	60 kgf/cm <sup>3</sup>
Cor após queima	Vermelho	Vermelho

Fonte: ABNT (2015).

Testes Físicos Cerâmicos Executados No Laboratório Do SENAI De São Miguel Do Guamá Atestam A Excelente Qualidade Do Produto Final (Telhas E Tijolos) Quando Comparados Com Os Parâmetros De Qualidade Recomendados Pela ABNT. Seguindo As Normas ABNT NBR 15270-3.

Tabela 11: Resultados do ensaios no laboratório do SENAI-são Miguel do Guamá.

Absorção de água máxima	12,78 (12%)
Porosidade aparente (mínima)	23,70
Densidade aparente (mínima)	1,92
Retração linear (máxima)	3,96
Tensão de ruptura após queima de 950°C	122,95
Cor após queima	Marrom avermelhado

Fonte: SENAI- São Miguel Do Guamá.

Figura 22: Prensa Hidráulica Usada Nos Ensaio Físicos Cerâmicos no SENAI.



Fonte: Autor

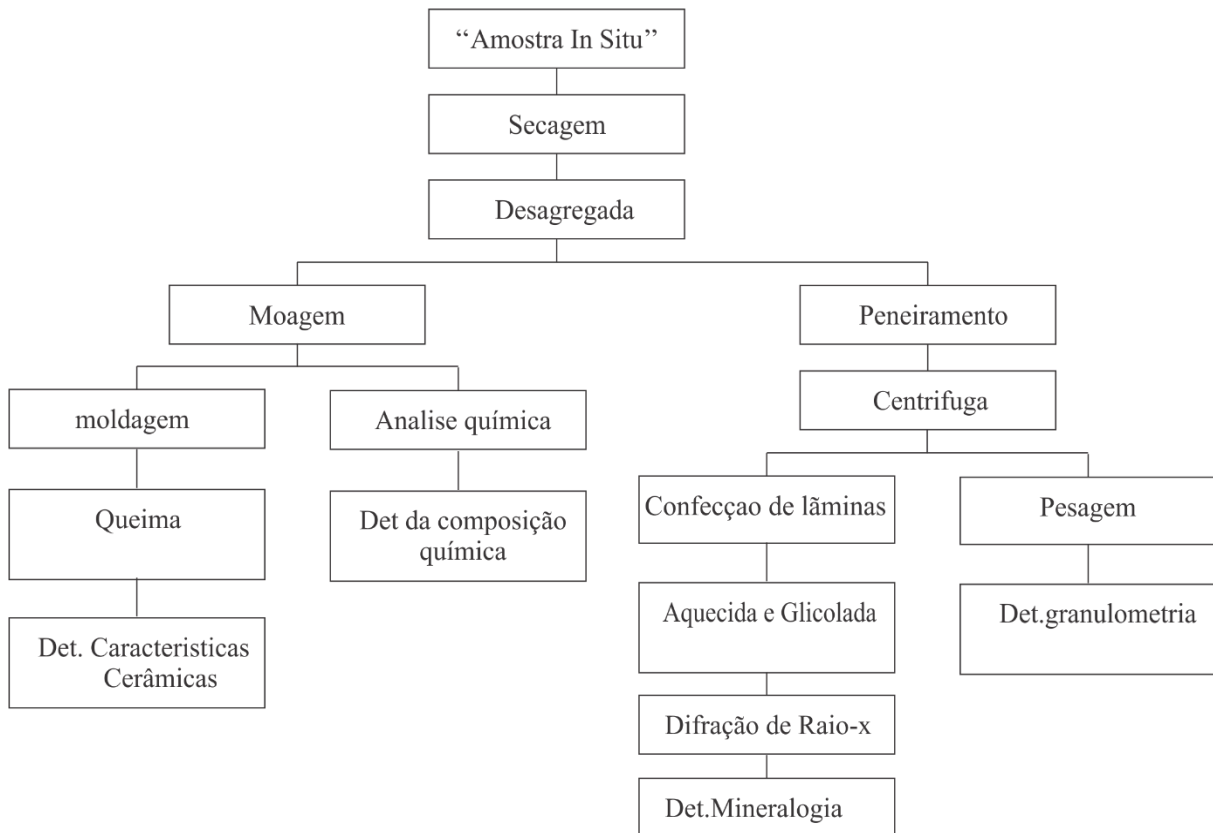
Os dados obtidos (Quadro 12 A) ao serem comparados com os padrões mínimos propostos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para a fabricação de telhas e tijolos (Quadro 12 B), demonstram que todas as amostras analisadas são de boa qualidade para uso na produção de cerâmica vermelha, com exceção da amostra IR-E-A, que foi coletada na base do horizonte argiloso, onde ocorre uma maior concentração de oxihidróxidos de ferro, os quais diminuem a resistência da argila após a queima, resultando em um valor de TRF (tensão de ruptura) abaixo dos padrões exigidos pela ABNT. Dados semelhantes foram obtidos por LIMA (2000).

Os ensaios físicos-cerâmicos foram realizados no laboratório de tecnologia e meio ambiente da SUDAM, onde utilizou-se a metodologia usual desse laboratório: após a desagregação as amostras foram secas a temperatura de 60 a 70°C durante 24 horas, em seguida foi feita a moagem do material até atingir a granulometria de cerca de 200 mesh. Argila depois de umedecida foi colocada em moldes de aço medindo 6cm x2cm x 0,5cm e prensada em uma prensa hidráulica até a pressão de 200 Kgf/cm<sup>2</sup>, obtendo-se 110(cento e dez) corpos de prova (10 corpos para cada amostra) de acordo com as normas da ABNT. Depois de prensada, cinco corpos de prova de cada amostra foram colocados na estufa durante 24 horas a temperatura de 110°C. Posteriormente fez-se alguns ensaios a 110°C (umidade de prensagem e retração linear, tensão de ruptura e cor após secagem). Os cinco

(05) corpos de prova restante foram queimados em forno mulfla, por um período de 8 horas ininterruptas, nas primeiras 4 horas a temperatura foi aumentada de maneira gradativa até a temperatura de queima desejada (950°C) ficando estabilizada nessa temperatura por mais 4 horas quando então o forno foi desligado. Após o resfriamento foram realizados os seguintes ensaios: absorção de água, porosidade aparente, densidade aparente, retração linear, perda ao fogo, tensão de ruptura e cor após queima.

Essa metodologia encontra-se sintetizada no organograma a seguir.

Figura 23: Organograma mostrando a síntese da metodologia dos ensaios físicos-cerâmicos.



Fonte: Modificado de LIMA (2000).

## 9.6 GRANULOMETRIA, MINERALOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ARGILAS DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

Segundo Lima (2000) o estudo granulométrico de 05 amostras de argila de São Miguel do Guamá, revelou que o material é composto predominantemente pela fração silte (70 a 92%), seguida da fração argila (5 a 30%) e de areia em menor quantidade (0,1 a 12%). (Quadro 14).

Tabela 12: Granulometria das amostras de argila do Município de São Miguel do Guamá

AMOSTRA	FRAÇÃO AREIA (%)	FRAÇÃO SILTE (%)	FRAÇÃO ARGILA (%)
SAL-05-A	0,18	69,64	30,18
SAL-05-B	0,68	76,62	22,70
SAL-05-C	0,24	70,44	29,32
SAL-06-A	1,76	79,06	19,18
SAL-06-B	6,46	76,32	17,22

Fonte: LIMA (2000).

A correlação feita entre as amostras estudadas no município de São Miguel do Guamá (SAL-05-A, SAL-05-B, SAL-05-C, SAL-06-A E SAL-06-B) com os locais de amostragem, mostrou que existe um controle de granulometria em função da profundidade do depósito e da proximidade das margens do rio. Desta forma observa-se que o material mais fino ocorre mais distante das margens do rio e mais superficialmente.

### 9.7 COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DAS AMOSTRAS DE ARGILA SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

Segundo Lima (2000) O estudo mineralógico de cinco (05) amostras de argilas coletadas no município de São Miguel do Guamá mostraram que esse material é constituído essencialmente por montmorilonita, kaolinita e ilita, quartzo e goetita (Quadro 5) os dois últimos são predominantes na fração silte (0,02 a 0,002mm) (Quadro 6) enquanto que a fração argila (< 0,002mm) é composta principalmente por montmorilonita, kaolinita e ilita em menores quantidades (Quadro 7)

Quadro 5: Composição mineralógica das amostras de argila São Miguel do Guamá

AMOSTRA	LOCAL DE COLETA	MINERAIS IDENTIFICADOS
SAL-05-A	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, goetita, kaolinita e ilita
SAL-05-B	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, goetita e montmorilonita,
SAL-05-C	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, Montmorilonita goetita, kaolinita e ilita
SAL-06-A	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, Montmorilonita goetita, kaolinita e ilita
SAL-06-B	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, Montmorilonita goetita, kaolinita e ilita

Fonte: Lima (2000).

Quadro 6: Composição mineralógica da fração silte (0,02 A 0,002mm) das amostras de argila do município de São Miguel do Guamá.

AMOSTRA	LOCAL DE COLETA	MINERAIS IDENTIFICADOS
SAL-05-A	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, montmorilonita, kaolinita e ilita
SAL-05-B	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, kaolinita Montmorilonita e ilita
SAL-05-C	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, quartzo e ilita
SAL-06-A	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, Quartzo, kaolinita e ilita
SAL-06-B	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, Quartzo, kaolinita e ilita

Fonte: Lima (2000).

Quadro 7: Composição mineralógica da fração argila (< 0,002mm) das amostras de argila do município de São Miguel do Guamá

AMOSTRA	LOCAL DE COLETA	MINERAIS IDENTIFICADOS
SAL-05-A	LAVRA SÃO MIGUEL	Quartzo, montmorilonita, kaolinita e ilita
SAL-05-B	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, kaolinita e ilita
SAL-05-C	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, kaolinita e ilita
SAL-06-A	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, kaolinita e ilita
SAL-06-B	LAVRA SÃO MIGUEL	Montmorilonita, kaolinita e ilita

Fonte: Lima (2000).

Tabela 13: Composição química das amostras.

AMOSTRA	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	FeO(%)	TiO <sub>2</sub> (%)	MgO (%)	CaO(%)	MnO(%)	K <sub>2</sub> O(%)	Na <sub>2</sub> O (%)	PF	TOTAL (%)
SAL-05-A	65,38	18,69	4,74	0,61	0,70	0,01	0,01	1,68	0,44	6,52	99,78
SAL-05-B	75,34	14,10	2,37	0,63	0,50	0,03	0,01	1,48	0,42	4,50	99,38
SAL-05-C	70,10	17,34	2,87	0,64	0,64	0,03	0,01	1,55	0,52	5,65	99,35
SAL-06-A	68,20	17,59	4,17	0,70	0,78	0,06	0,01	1,83	0,82	5,15	99,31
SAL-06-B	66,40	17,29	6,20	0,63	0,67	0,01	0,01	1,62	0,86	6,02	99,31

## 9.8 QUANTIDADE E VALOR DE PRODUÇÃO

O município de São Miguel do Guamá conta hoje com um total de 46 cerâmicas atuantes no ramo, sendo que 35 fazem parte do SINDCER,2015 (sindicato das indústrias cerâmicas de São Miguel do Guamá e Região). O município destaca-se pela produção de tijolos em detrimento a produção de telhas (Tabelas 14 a 17; Quadro 8), pois, aproximadamente 80% das cerâmicas presentes no município produzem apenas tijolos. A produção de telhas em certos períodos do ano se torna bastante limitada, atendendo somente ao comércio local. A pequena produção de telhas, se dá pelo fato da maioria das cerâmicas possuírem apenas suporte para a produção de tijolo. A produção de tijolos e telhas no município atinge uma média de 1.200.000 peças/mês para cada uma das 46 (quarenta e seis) cerâmicas atualmente existente em São Miguel o que resulta na produção total de 55.200.000 (cinquenta e cinco milhões e 200mil) peças/mês. Comparado com os dados de (LIMA, 2000) percebemos um aumento de 34% no número de olarias nos municípios de São Miguel do Guamá, já em relação ao trabalho de (SANTOS, 2009) houve um crescimento de 21% no número de indústrias cerâmicas o que elevou a produção em cerca de 6 vezes nos últimos 15 anos, a qual foi impulsionada também pelos avanços tecnológicos implementados nas indústrias existentes. A partir de um volume de 2,3 m<sup>3</sup> de argila torna-se capaz a produção de aproximadamente 2.000 peças/mês (tijolos e telhas) segundo as técnicas utilizadas atualmente

(Figuras 24 a 26). Em São Miguel do Guamá o volume de argila utilizado é da ordem de 39.330 m<sup>3</sup>/mês, segundo informações obtidas junto ao sindicato de ceramistas da região. Esses valores representam uma significativa redução do consumo de argila de 5,6% quando comparados com dados de (LIMA, 2000).

Tabela 14: Dados referentes ao n° total de cerâmicas, mão de obra, valor de produção, produção mensal de peças, consumo de argila m<sup>3</sup> / mês consumo de lenha m<sup>3</sup>/ mês

N° total de cerâmicas	Mão de obra	Produção mensal peças	Valor de produção(R\$)	Consumo de lenha m <sup>3</sup> / mês	Consumo De Argila M <sup>3</sup> / Mês
46	3.688	55.200.000	11.104.000.000	40.500	55.600

Fonte: SINDCER (2015).

Tabela 15: Quantidade, Valor De Produção, Tributos, Insumos E Mão De Obra Empregada Na Indústria Cerâmica De São Miguel Do Guamá

N° total de cerâmicas	Mão de obra	Produção mensal peças	Valor de produção(R\$)	Valor de ICMS arrecadado(R\$)	Consumo de lenha m <sup>3</sup> / mês	Consumo de argila m <sup>3</sup> / mês
30	1550	9.000.000	891.000.00	137.770.00	15.444	21.483

Fonte: Modificado de Lima (2000).

Tabela 16: Dados referentes ao número total de cerâmicas, mão de obra, valor de produção, produção mensal de peças, consumo de argila m<sup>3</sup> / mês consumo de lenha m<sup>3</sup>/ mês

N° total de cerâmicas	Mão de obra	Valor de produção(R\$)	Produção mensal peças	Consumo de argila m <sup>3</sup> / mês	Consumo de lenha m <sup>3</sup> / mês
36	2.400	7.500.000	34.200.000	39.330	47.880

Fonte: Modificado de (Santos,2009).

Tabela 17: Dados de produção e consumo de insumos da cerâmica Barbosa.

Data	Produção Em Unidades	Óleo Diesel (Litros)	Consumo De Pó De Serragem(M3)	Consumo De Carvão De Açai	Energia Elétrica(KW/H)
Jan/2015	1.224.614	2473,3	130,00	367,75	60.043
Fev/2015	1.012.120	2091	107,44	303,93	69.633
Mar/2015	1.195.356	2702,88	126,89	343,77	70.599
Abril/2015	1.144.770	2545,45	121,52	299,53	60.549
Mai/2015	997.456	2603	105,88	358,84	63.223
Junho/2015	1.194.953	2855,8	126,85	338,79	60.656
Julho/2015	1.128.194	4207,8	119,76	381,00	78.798
Agosto/2015	1.268.740	2660,36	134,68	326,96	70.134
Setembro/2015	1.088.799	2560,53	115,58	361,87	65.607
Outubro/2015	1.205.059	2409	127,92	281,15	69.858
Novembro/2015	936.254	2516,5	99,39	372,40	63.624
Dezembro/2015	1.240.103	2959,34	131,64	342,40	65.772

Fonte: Indústria Cerâmica Barbosa (2015).

Quadro 8: Demonstrativo da variação de pesos e medidas de tijolos telhas (Kg e Cm)

Mercadoria	1975	1991	2004	2009
Tijolo	3 furos	3 furos	6 furos	6 furos
Medidas	Comprimento:30cm Altura:20 cm Largura:8 cm	Comprimento:23,5 cm Altura:12 cm Largura:7,5cm	Comprimento:22cm Altura:13 cm Largura:9 cm	Comprimento:19cm Altura:14 cm Largura:9 cm
Peso	4 kg	3 kg	2 kg	2 kg

Fonte: Modificado de Cordovil (2010)

Segundo Cordovil (2010), o (Quadro 8 acima) revela aproximadamente a variação do peso e da medida dos tijolos ao longo dos anos, culminando com a fabricação de peças menores. Isto aconteceu em decorrência da necessidade dos ceramistas diminuírem os gastos de matéria-prima e perdas financeiras no ato da comercialização das mercadorias. Como mostra o Quadro 23, no ano de 2009, três tijolos de 19 cm correspondiam a dois de 30 cm e o peso de dois tijolos de 19 cm equivale ao peso de um único tijolo de 30 cm, isso representava prejuízo para os ceramistas, pois com 2 milheiros, antes do ano de 1991, o consumidor construía uma casa de 230 m<sup>2</sup>, hoje para se construir a mesma casa é necessário o dobro de tijolos. As peças comercializadas de tijolos e telhas no mercado paraense seguem um padrão popularmente denominado “São Miguel”. Apesar das indústrias terem colaborado decisivamente para uma melhor qualidade das cerâmicas vermelhas, ainda se pode encontrar peças sendo vendidas no mercado da construção civil com problemas de qualidade (tijolos com rachaduras, resistência fraca e telhas empenadas)

Figura 24: Pátio de estocagem de argila da indústria Cerâmica Barbosa



Fonte: Autor

Figura 25: Maquinário Moderno De Transporte Chamado Vagonete, Com Capacidade Para 300 Tijolos



Fonte: Autor.

Figura 26: Visão Geral Do Pátio De Estocagem Da Cerâmica Barbosa Ao Fundo.



Fonte: Autor

## 9.9 RECURSOS MINERAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

O Município de São Miguel do Guamá localizado no nordeste do estado se firma a nível estadual como o grande fornecedor de matéria prima para produção da indústria cerâmica vermelha que sustenta grande parte das obras de construção civil de castanhal e cidades vizinhas como Irituia, São Domingos do Capim, Castanhal além da região

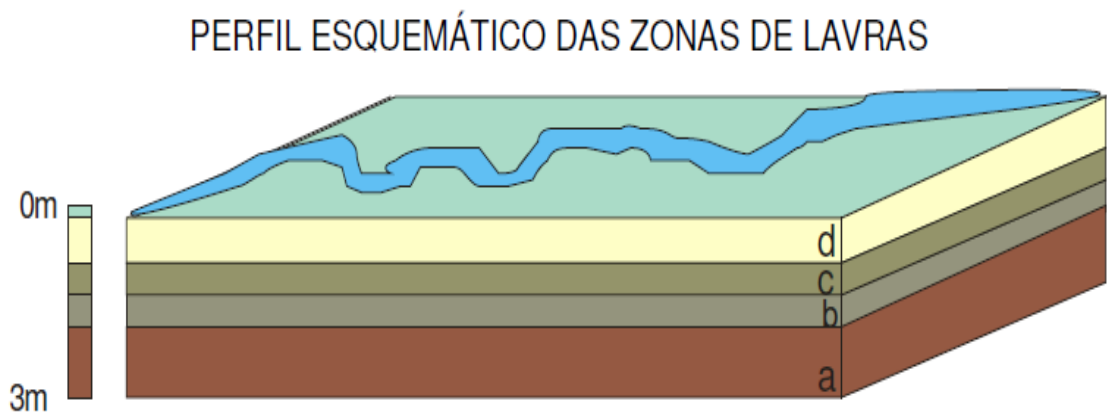
metropolitana de Belém. Os depósitos são em geral encontrados nos domínios das planícies de inundação dos rios Guamá e Irituia, não depósitos aflorantes e possuem em média 1,5 de espessura (Figuras 27 e 28)

Figura 27: Frente de larva de argila no município de São Miguel do Guamá.



Fonte: Autor

Figura 28: Perfil esquemático dos depósitos em São Miguel do Guamá. a) zona de maior concentração arenoferruginosa e matéria orgânica; b) zona argilo arenosa com baixa concentração de hidróxido de ferro; c) zona argilo arenosa com maior concentração de argila; d) zona rica em argilas industrial com baixo teor de ferro.



Fonte: modificado de Santos (2009).

### 9.9.1 ANÁLISE GEO-ECONÔMICA DAS ÁREAS PRODUTORAS DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

Os depósitos de argila encontrados no município de São Miguel do Guamá no nordeste do estado, são usados como matéria prima da indústria cerâmica vermelha, lhes é atribuída uma idade recente (Quadro 1), estão localizados nos meandros dos rios São Miguel e Irituia, são extraído com auxílio de máquinas pesadas em minas a céu aberto em forma de retângulos com medidas em média de 2.000 m<sup>2</sup> de área, com pacotes de 1,5m de espessura média, são de coloração cinza acastanhado, pouco plástica com concreções ferruginosas, a deposição desses pacotes foram fortemente controlados pela ação hidrodinâmica do rio Guamá e seus afluentes (Figuras 29).

Figura 29: Frente de lavra retangular de argila com utilização de maquinas pesadas



Fonte: Autor

## 10 CONCLUSÃO

Os municípios de São Miguel do Guamá se estabelece como um dos maiores produtores de cerâmica vermelha do Estado do Pará e do norte do Brasil com uma produção de 55.200.000 (cinquenta e cinco milhões e duzentos mil) peças/mês, sendo com isso a maior geração de 3.680 (três mil seiscentos e oitenta) empregos diretos e indiretos. Este município também foi no passado recente grande produtor de seixos, que tinha como seu principal centro consumidor a capital Belém, porém, diante da exaustão deste minério, o município perdeu o posto de maior produtor para o município de Ourém (CORDOVIL, 2010).

Uma das principais características das argilas presente nos municípios de São Miguel do Guamá é o fato de se apresentarem com uma coloração cinza acastanhado marcada por concreções ferruginosas e aspecto plástico. Esse material argiloso é fortemente controlado ao longo do tempo geológico pela ação hidrodinâmica dos Rios Guamá e Irituia. Esses depósitos são todos balizados pela planície de inundação dos rios anteriormente mencionados.

Atualmente segundo dados fornecidos pelo SINDCER, 2015 (Sindicato das Indústrias Cerâmicas de São Miguel do Guamá e Região) a produção de tijolos e telhas nos municípios de São Miguel do Guamá é em média de 1.200.000 peças/mês para cada uma das 46 (quarenta e seis) cerâmicas atualmente existente em São Miguel o que resulta na produção total de 55.200.000 (cinquenta e cinco milhões e 200 mil) peças/mês em média na região, o que mostra que sextuplicou (6 x) a produção quando comparado aos dados de Lima (2000) (Quadro 20). Já segundo Santos (2009) O Município de São Miguel do Guamá contribui com uma produção de aproximadamente 34.200.000 (trinta e quatro milhões e duzentos mil) peças/mês (tabela 21). O valor comercializado do milheiro de tijolo no ano de 2009 era de R\$ 190,00 (cento e noventa reais) e da telha é de R\$ 300,00 (trezentos reais) em comparação com os valores de Lima (2000) que eram de R\$ 90,00 (noventa) para tijolo e 180,00 (cento e oitenta) para telha. Como a produção de tijolos é dominante (96%) e São Miguel do Guamá, podemos inferir que o valor total de produção era R\$ 7.500.000 (sete milhões e quinhentos mil) naquele ano de 2000 (Quadro 21).

O Município de São Miguel do Guamá tem hoje uma arrecadação de cerca de R\$ 21.841,85 (vinte e um mil, oitocentos e quarenta e um reais e oitenta e cinco centavos) de CFEM, valores decorrentes da produção dos derivados de argila dentro dos limites políticos do município (Departamento Nacional da Produção Mineral)

Os dados de ICMS quando comparados com o de Lima (2000) mostram um expressivo aumento em valores absolutos, porém, em se tratando de valores relativos, o que se observa é um decréscimo deste imposto de 2004 a maio de 2009. Esse decréscimo pode ser atribuído a total isenção de ICMS que o Governo promulgou para todos os derivados da argila a partir de maio de 2009. Hoje, os municípios de São Miguel do Guamá apresenta valores da ordem de R\$ 1.400.000 (um milhão e quatrocentos mil), divergindo negativamente dos valores apresentados no início de 2004 (SANTOS, 2009).

O volume de argila consumido hoje é da ordem de 2,3 m<sup>3</sup> para a confecção de 2.000 peças/mês, este consumo é superior hoje devido ao aumento do número de empresas atuantes na região, porém, quando comparados com os dados de Lima (2000) que apresenta um consumo de 2,17 m<sup>3</sup> para a produção de 1.000 peças/mês, conclui-se que houve uma redução do consumo de argila de 5,6% Em São Miguel do Guamá o consumo de argila é de 39.330 m<sup>3</sup>. (SANTOS, 2009)

As indústrias cerâmicas implantadas no município de São Miguel do Guamá utilizam cerca de 1,4 m<sup>3</sup> de lenha (sobra de serragem) para cada 1000 peças produzidas, o que leva a um consumo mensal de lenha em São Miguel da ordem de 40.500 m<sup>3</sup>. Esses valores ainda podem ser bastante reduzidos, se for utilizado o caroço de açaí para a queima, pois o mesmo possui um maior tempo de combustão fato que contribui para a diminuição da alimentação dos fornos com lenha. Essa técnica de substituição de caroço de açaí é vista com bons olhos pela indústria cerâmica, pois este produto é bem mais barato e mais acessível para a mesma (SANTOS, 2009).

Mais de 60% das cerâmicas presentes na região estão devidamente legalizadas junto aos órgãos de controle (DNPM). Segundo este órgão a maioria dessas áreas encontram-se perfeitamente legalizadas e algumas com a situação em andamento (Quadro 11 A)

Em termos de qualidade, os estudos tecnológicos realizados em amostras de argilas coletadas em frentes de lavra de São Miguel do Guamá mostram uma boa consonância com os padrões propostos pela ABNT (Quadro 12 B), para a fabricação de tijolos e telhas (Quadro 13).

As argilas localizadas em níveis mais rasos nas cavas de extração, bem como aquelas mais distantes da planície de inundação dos rios Guamá e Irituia são de melhor qualidade para uso industrial devido a ausência de matéria orgânica e menor concentração de oxi-hidróxidos de ferro. Conclusões similares foram obtidas por LIMA, 2000.

No que tange a questão ambiental, depois quatro décadas de intensa extração desordenada de argila no município de São Miguel do Guamá, é visível a pouca eficiência dos órgãos de controle e fiscalização ambiental (DNPM/SEMA-PA) no que se refere às práticas ilegais ou discordantes com as leis ambientais, bem como os princípios do que se conhece hoje como mineração sustentável. Com base nisso, as atividades mineiras são facilmente associadas a um contexto de degradação ambiental, tais práticas promovem modificações ambientais tão graves que muitas vezes se tornam irremediáveis. Dessa forma podemos listar algumas alterações na topografia de terrenos, assoreamento dos rios bem como o aumento da poluição atmosférica devido o transporte de máquinas pesadas, destruição das matas ciliares são um dos exemplos mais significativos.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2015. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em 05 out. 2015.
- ABREU F.A.M; VILLAS, R.N.N; HASSUI, Y. Esboço Estratigráfico do Pré-Cambriano da região do Gurupi, Estado Do Pará E Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980. Camboriú, Anais... Camboriú, 1980.
- ACKERMANN, F, FL. Geologia e fisiografia da região bragantina. **Cadernos da Amazônia**, Manaus, n. 2, 80p. 1964.
- ARAI, M.; UESUGUI, N; ROSSETT, D.F.; GOES, A. M. 1988. Condições sobre a idade do grupo barreira, no ne do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988. Belém, Anais... Belém, 1988, p. 738-752.
- BERRY, L. Selected Power diffraction Data For Minerals-search Manual. Geologia, universidade, de Calgary, 1976.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012.
- CORDEIRO, E.; VIEIRA, M. A indústria cerâmica e suas implicações socioeconômica e ambientais. 47p. Monografia de Especialização, UFPA, Belém, 1998.
- CORDOVIL, G. Pólo cerâmico e dinâmica territorial do desenvolvimento em São Miguel do Guamá –Pará. 2010. 93f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2010.
- CPU/IBAM. O Que É Preciso Saber Sobre Limpeza Urbana: tratamento e disposição final do lixo. Brasília: Centro de Pesquisas Urbanas do Instituto Brasileiro de Administração Municipal; Secretaria Nacional de Saneamento – SNS – do Ministério da Ação Social – MAS.1998. 18 p.
- DEER, W.; HOWVIER, R.; ZUSSMAN, J. Minerais Constituintes Das Rochas: uma introdução. London, 1966; 556p.
- GÓES, A. M 1981. **Estudos sedimentológicos dos sedimentos barreiras Ipixuna e Itapecurú, no nordeste do Pará e nordeste do Maranhão**. 1981. 55f. Monografia de Especialização, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.
- GOOGLE EARTH. São Miguel do Guamá. 2015. Disponível em: <<http://www.google.com.br/earth/index.html>>. Acesso em 12 nov. 2015.
- GOOGLE MAPS. São Miguel do Guamá. 2015. Disponível em: ><https://www.google.com.br/maps/place/S%C3%A3o+Miguel+do+Guam%C3%A1+-+State+of+Par%C3%A1/@-1.5524041,-47.8979303,10z/data=!3m1!4m2!3m1!1s0x92a55f2395d6bda5:0xe74d3802e53d9add?hl=fr>>. Acesso em 12 nov. 2015.

HASSUI, Y.; BAREU, F.; VILLAS, R. Província Parnaíba. *In* : ALMEIDA, F. ; ASSUI, Y. **O Pré Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984, 378p.

IBGE. Dados Gerais do município de Castanhal-PA. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=150240&search=%7Cca%7Cstanhal>>. Acesso em 30 out. 2015.

IPT. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo S. A. Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), n. 2163, 1995. 296 p.

LIMA, J. Estudo Geoeconômico E Tecnológico Das Argilas Utilizadas Na Indústria Cerâmica Dos Municípios De Irituia E São Miguel Do Guamá, Nordeste Do Pará. 2000. 65 folhas. TCC, Universidade federal do Pará, Cidade, 2000.

MORAES, I. S.; FERREIRA, H.; OLIVEIRA, S. A Utilização do SIG como ferramenta para indicação de áreas possíveis a implantação de aterro sanitário na região metropolitana de Belém-PA. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3. 2010. Recife, Anais... Recife, 2010.

ROSSETTI, D.; GÓES, A.; TRUCKMBROUDT, W. A Influência Marinha Dos Sedimentos Barreiras. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**. Serie Ciências Da Terra, 1990, n. 2, p. 17-29,1990.

ROSSETTI, D.; TRUCKMBROUDT, W.; GÓES, A. Estudos paleoambientais e estratigráficos dos sedimentos barreiras e pós-barreiras na região bragantina, nordeste do estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**. Série Ciências Da Terra. 1989.

SANTOS, A. Potencial Econômico Da Atividade Oleira De São Miguel Do Guamá E Irituia, Nordeste Do Pará. 2009.49p. TCC, Universidade Federal Do Pará, Belém, 2009.

SANTOS, J.; GIRARDI, A. Utilização de geoprocessamento para localização de áreas para aterro sanitário no município de Alegrete-RS. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. 2007, Florianópolis, Anais... Florianópolis, INPE, 21-26 abril 2007, p. 5491-5498

SANTOS, P. Tecnologia Das Argilas-Aplicada Às Argilas Brasileiras. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, p. 394-405, 1976.

TRUCKMBROUDT, W.; ALVES, R. Sobre a petrologia do arenito do Guamá, região de São Miguel do Guamá, ne do estado do Pará. **Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Nova Serie: Geologia, Belém, n. 27, p. 1-19, 1982.

VILLAS, R. Intrusões Ígneas Brasileiras Na Bacia Do Rio Guamá, Nordeste Do Estado Do Pará, *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 1, Belém, 1982. Belém, Anais... Belém, v.1, 1982. p. 233-247.