



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

LORENA LIMA MOREIRA

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO CALCÁRIO DA MINA CORGÃO,
MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES-TO**

Palmas-TO

2015

LORENA LIMA MOREIRA

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO CALCÁRIO DA MINA CORGÃO,
MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES-TO**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas.

Orientador: Prof. Msc. Rodrigo Meirelles Mattos Rodrigues.

Palmas-TO

2015

LORENA LIMA MOREIRA

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO CALCÁRIO DA MINA CORGÃO,
MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES-TO

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas.

Aprovada em _____ de 201____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Daniel Santos Costa
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof.M.Sc. Rodrigo Meireles Mattos Rodrigues
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. Valério Sousa Lima
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas-TO

2015

RESUMO

MOREIRA, Lorena Lima. Caracterização geológica do calcário da Mina Corgão, município de Bandeirantes-TO. 2015. -30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2015.

Neste trabalho estudou-se formação geológica, as características e aplicação do calcário no município de Bandeirantes, no estado do Tocantins. O estudo foi baseado em levantamentos bibliográficos e trabalhos de pesquisa realizados por empresas de extração de calcário instalada na localidade do município, mais especificamente da Mina Corgão, de propriedade da empresa J. D. Mito. De acordo com os estudos obtidos na região, foi possível realizar a descrição dos parâmetros litoestratigráficos, estruturais e geoquímicos do calcário na Mina Corgão, bem como correlacionar as variações encontradas na frente de lavra. O calcário da região está relacionado ao Grupo Estrondo, especificamente a Formação Xambioá. A composição dolomítica predomina na maior parte do depósito e a ocorrência da composição calcítica ocorre em menor volume. A aplicação do produto está diretamente relacionada para agricultura como corretivo de solo. A região de Bandeirantes mostra-se muito promissora em relação outras ocorrências de calcário, até o momento existem duas empresas que extraem o minério com perspectivas de expansão da produção total.

Palavras-chave: Calcário, Bandeirantes, Formação Xambioá, Caracterização.

ABSTRACT

MOREIRA, Lorena Lima. Geological characterization of limestone in Bandeirantes-TO. 2015 -31 f. TCC (Graduation) - Course of Mining Engineering, University Lutheran Center Palmas, Palmas, in 2015.

In this work we studied geological formation, characteristics and application of lime in the city of Bandeirantes, in Tocantins state. The study was based on literature surveys and research work carried out by installed limestone extraction companies in the municipal locality. It is expected that from the studies contribution occurring in the future the use of the ore in different application processes limestone has. It is believed in the development of the city from exploitation of ore, a relevant factor for improving the quality of life of the population of the region. According to studies made in the region and literature, it was possible to describe the profile of limestone in the municipality of interest as well as the predominant type of limestone in the locality. As a result, we obtained the dolomitic limestone as large expanse of deposit according to the amount of calcium and magnesium content that is present, your application that is focused on agriculture as soil correction and extracted data in required areas of control files the National Department of Mineral Production-DNPM to date, where it was found several ongoing research in the areas of this municipality for the development of limestone extraction.

Keywords: Limestone. Bandeirantes. Geology. Studies. Description.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da rocha carbonática de acordo com o teor do magnésio..	18
Tabela 2 - Principais elementos da mistura aplicada na composição para a elaboração de vidro plano	22
Tabela 3 - Valores que apresentam direção e mergulho.....	40
Tabela 4 - Resultados das análises geoquímicas do calcário da Mina Corgão.....	43

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização esquemático do município de Bandeirantes do Tocantins.....	13
Figura 2 - Mapa de localização da área de trabalho.	13
Figura 3 - Mapa geológico da porção setentrional da Província Tocantins.	17
Figura 4 - Tipos de britas mais comuns produzidas por rochas cabornáticas.....	20
Figura 5 - Divisão geotectônica regional da área de Bandeirantes. A área de interesse está indicada pela seta verde.	29
Figura 6 - Representação das unidades litoestratigráficas da região de Bandeirantes do Tocantins. A área de interesse está indicada pelo polígono amarelo.	29
Figura 7 - Coluna estratigráfica da Região de Bandeirantes-TO.....	30
Figura 8 - Mapa geológico de Bandeirantes do Tocantins	31
Figura 9 - Mapa de sondagem da empresa Calcário Tocantins Ltda.-Caltins.....	32
Figura 10 - Testemunhos de sondagem demonstrando a sequência de calcário perfurado durante a etapa de pesquisa mineral, Litoteca Caltins.....	33
Figura 11 - Detalhe do testemunho de sondagem demonstrando o intervalo de calcário branco atingido durante a pesquisa mineral, Litoteca Caltins.....	33
Figura 12 - Foto demonstrando uma das bancadas da Mina Corgão, nas cotas superiores aparecem as camadas da Cobertura detrito lateríticas do Terciário-Quaternário e da Formação Piauí. Nas cotas inferiores predominam totalmente as rochas carbonáticas da	34
Figura 13 - Coluna litoestratigráfica proposta para a área da Mina Corgão,	35
Figura 14 - Calcário Cinza-Escuro	36
Figura 15 - Calcário rosa.....	37
Figura 16 - Calcário branco.....	37

Figura 17 - Mica-xisto feldspático.....	38
Figura 18 - Mica-xisto granadífero.....	38
Figura 19 - Mica-xisto muscovita.....	39
Figura 20 - Plotagem de planos e polos da Mina Corgão em estereograma de rede de igual área de Schmidt.....	40
Figura 21 - Medida de atitude na camada de rocha usando a bússola Clar e a leitura de mergulho/sentido do mergulho.	41
Figura 22 - Zona de contato abrupto entre o calcário branco (minério) e o mica-xisto escuro (estéril). A inclinação da camada indica o mergulho aproximado de 45 graus para SW.	41
Figura 23 - Transição entre os diferentes tipos de calcário na frente de lavra, da direita para a esquerda nota-se o calcário rosa, o calcário branco e o calcário cinza escuro em camadas com diferentes espessuras.	42
Figura 24 - Transição entre os diferentes tipos de calcário na frente de lavra elaborada no AutoCad.	42
Figura 25 - Aparelho de Fluorescência de Raios-X, Modelo Epsilon 3, de propriedade da empresa J.D. Mito Mineração em que foram realizadas as análises.	43
Figura 26 - Detalhe da zona de contato entre o mica-xisto (escuro) e o calcário branco.	44
Figura 27 - Camada superior de estéril derivado de Coberturas-Detrimento-Lateríticas do Terciário-Quaternário (N3dl).....	45
Figura 28 - Camada de estéril derivado de arenitos da Formação Piauí que aparece sobreposta a camada de Coberturas-Detrimento-Lateríticas do Terciário-Quaternário (N3dl).	46

LISTA DE ABREVIATURAS

CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
GCC	Ground Calcium Carbonate
SEPLAN	Secretaria de Planejamento
PN	Poder Neutralizador
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
PVC	Pigment volume concentration
CCE	Calcário Cinza-Escuro
CR	Calcário Rosa
CB	Calcário Branco
MIX	Mica-Xisto feldspático
MIG	Mica-Xisto granadífero
MIM	Mica-Xisto muscovita
CONX	Contato Xisto-Calcário Branco
CPI	Formação Piauí
NP1xa	Formação Xambioá
N3dl	Cobertura detrito-laterítica do Terciário-Quaternário

LISTA DE SÍMBOLOS

MgO	Magnésio
%	Porcentagem
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
CaO	Cálcio
pH	Potencial Hidrogeniônico
μm	Micrometros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Localização e vias de acesso	14
2.2 Geologia do Calcário	14
2.3 Ocorrências de calcário no estado do Tocantins	15
2.4 Ocorrência de calcário no município de Bandeirantes	17
2.5 Usos e aplicações do calcário	18
2.5.1 <i>Calcário Dolomítico</i>	18
2.5.2 <i>Calcário Calcítico</i>	19
2.6 Aplicações do Calcário	19
2.6.1 <i>Aplicação do Calcário na Fabricação do Cimento</i>	19
2.6.2 <i>Aplicação do Calcário da Construção Civil</i>	19
2.6.3 <i>Aplicação do calcário na produção de Cal</i>	20
2.6.4 <i>Aplicação do calcário na fabricação do papel</i>	21
2.6.5 <i>Aplicação do calcário na fabricação na indústria de plásticos</i>	21
2.6.6 <i>Aplicação do calcário na indústria de tintas</i>	21
2.6.7 <i>Aplicação do calcário na indústria de vidros</i>	22
2.6.8 <i>Aplicação do calcário na alimentação de animais</i>	22
2.6.9 <i>Aplicação de calcário na indústria de cerâmica</i>	22
2.6.10 <i>Aplicação do calcário na agricultura</i>	23
2.6.11 <i>Aplicação do calcário na indústria metalúrgica</i>	23
2.6.12 <i>Aplicação do calcário no tratamento de água</i>	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 Materiais	24
3.2 Metodologia	25
3.2.1 <i>Etapa 1: Revisão bibliográfica</i>	25
3.2.2 <i>Etapa 2: Delimitação da área de interesse</i>	25
3.2.3 <i>Etapa 3: Realização de atividades de campo</i>	26
3.2.4 <i>Etapa 4: Organização a análise dos dados</i>	26
3.2.5 <i>Etapa 5: Resultados Finais</i>	27
4 Caracterização do calcário de Mina Corgão, Bandeirantes - TO	28
4.1 Descrição da geologia regional	28

4.2 Mapa Geológico de Bandeirantes-TO.....	31
4.3 Descrição da Geologia da Mina Corgão.....	32
4.4 Caracterização litoestratigráfica.....	34
4.5 Caracterização petrográfica.....	36
4.6 Caracterização litoestrutural.....	39
4.7 Caracterização geoquímica.....	43
4.8 Relação minério x contaminante x estéril.....	44
4.9 Produção e qualidade do calcário da Mina Corgão.....	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Tocantins, desde a sua criação, é uma importante fronteira agrícola e logística entre as regiões sul/sudeste e centro-norte do país. Devido a essa potencialidade latente, o Estado de Tocantins experimenta desde o ano 2000 uma intensa expansão de suas fronteiras produtivas, puxada principalmente pelo cultivo de oleaginosas e, secundariamente, pela pecuária e cultivo de cana de açúcar. Em associação com essa expansão agrícola registrou-se um aumento significativo na demanda de uma série de insumos, tais como defensivos, fertilizantes e corretivos do solo, onde se encaixa o calcário.

Em consultas aos anuários de produção mineral do Departamento de Produção Mineral, é perceptível a evolução na exploração e exploração do calcário industrial e agrícola, principalmente nas regiões centro-oeste e norte do país. No período de 2008-2013 houve um crescimento registrado de 28% na produção total de calcário, sendo que a maior parte, cerca de 82% desse total, é de calcário beneficiado. Independente de sua relevância no setor agrícola/industrial, no balanço econômico do país, o calcário responde por apenas 1,9% de toda a Compensação Financeira por Extração Mineral (CFEM) arrecadada no país (SILVA, 2008).

No entanto, isso não impede de forma alguma que novos empreendimentos surjam a cada ano. Especificamente no caso do calcário, as pesquisas de campo levaram à descoberta de 2 importantes jazidas na região centro-norte do estado pelas empresas CALTINS e SUPERCAL, que são exploradas desde o ano de 2002. Um desses empreendimentos está instalado no município de Bandeirantes, centro-norte do Tocantins. Em Bandeirantes, a ocorrência de rochas carbonáticas está correlacionada a duas unidades litoestratigráficas distintas, a mais nova é associada à rochas sedimentares da Formação Piauí / Bacia do Parnaíba e a mais antiga é relacionada a rochas metamórficas da Formação Xambioá / Grupo Estrondo.

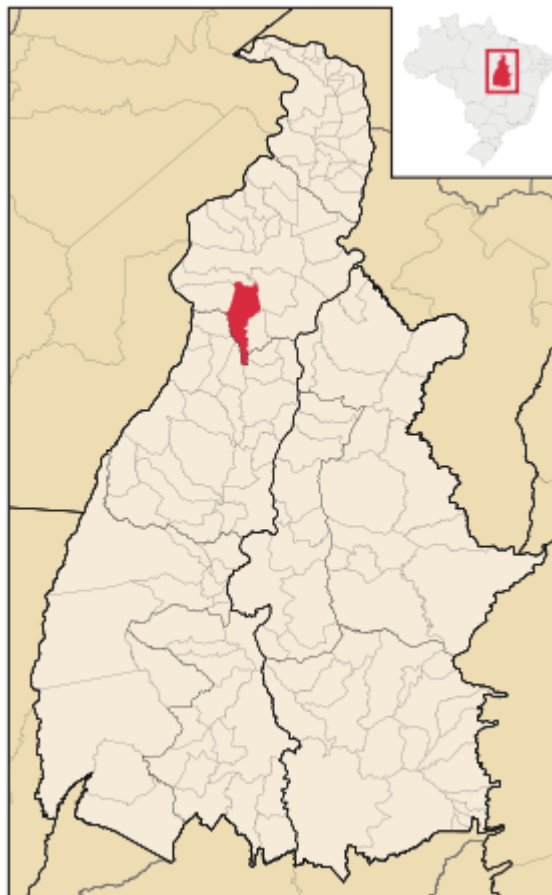
Tendo em vista que o calcário é um minério com grandes reservas no Estado do Tocantins e que apresenta uma miríade de usos, este Trabalho de Conclusão de Curso aborda a caracterização geológica do calcário da Mina Corgão no município de Bandeirantes- TO. O objetivo geral deste trabalho é o de caracterizar o calcário por meio de pesquisas bibliográficas, correlação litoestratigráfica, descrição petrográfica, medidas de atitudes estruturais e análise

geoquímica. Os objetivos específicos são o de nomear a unidade litoestratigráfica local, obter resultados de análises geoquímicas das diferentes fácies do calcário lavrado, identificar as impurezas contidas e citar os principais métodos de aproveitamento do produto final.

A intenção principal é a de conhecer melhor alguns parâmetros estratigráficos e estruturais da jazida e desenvolver referências comparativas com outras ocorrências de rochas carbonáticas na região, de forma que possa ser empregado para a descoberta de novos prospectos regionais e para também incrementar o conhecimento geológico no Estado do Tocantins.

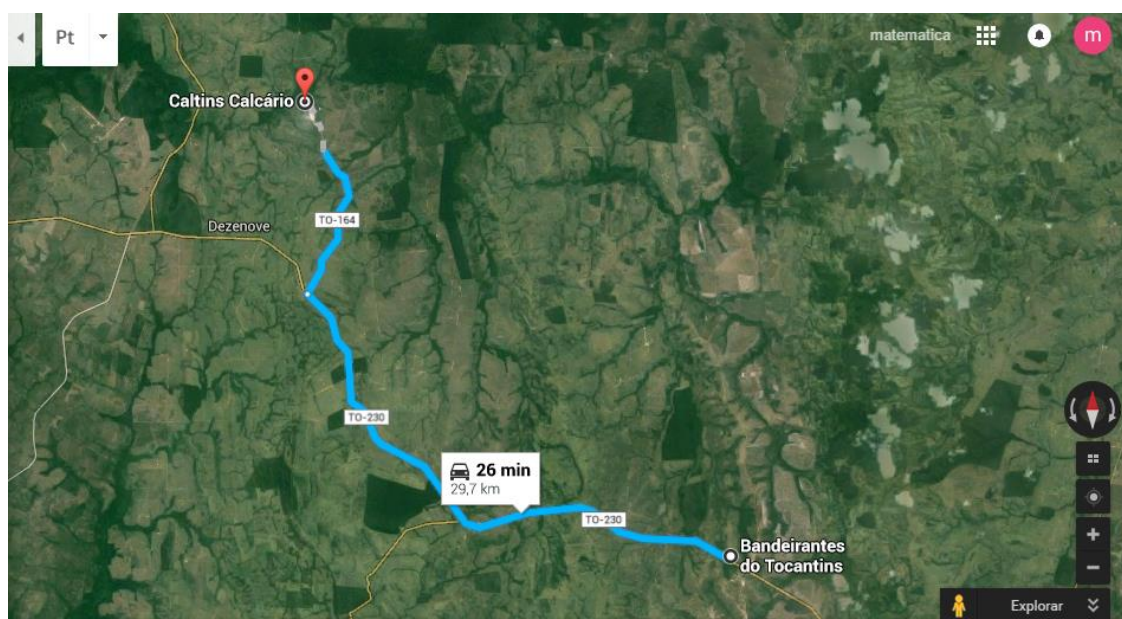
A busca no aperfeiçoamento de estudos de novos prospectos exploratórios permitirá que a quantidade de depósitos de rochas carbonáticas em nosso estado aumente, tendo como consequência a abertura de novas oportunidades para expansão e crescimento da indústria da mineração.

Figura 1 - Mapa de localização esquemático do município de Bandeirantes do Tocantins



Fonte: www.wikipedia.com, Acesso em junho/2015

Figura 2 - Mapa de localização da área de trabalho.



Fonte: Google Maps

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Localização e vias de acesso

Bandeirantes do Tocantins é um município brasileiro do estado do Tocantins. Localiza-se na latitude 07°45'23" Sul na longitude 48°35'01" Oeste, com a cota média de 388 metros. Sua população estimada em 2004 era de 2.628 habitantes (IBGE, 2010). A extensão territorial total é de 1.677,7 km². A área onde foi realizado o Trabalho de Conclusão de Curso localiza-se na porção oeste do município.

O acesso a partir de Palmas é iniciado percorrendo 68 km pela TO-080 até Paraíso do Norte e depois seguir em direção norte, sentido Belém, por mais 200 km pela BR-153, passando pelas cidades de Barrolândia, Miranorte, Miracema, Rio dos Bois, Fortaleza do Tabocão e Guaraí até chegar ao trevo de entroncamento com a Rodovia Estadual TO-230, para onde deve-se continuar o deslocamento. Seguir por mais 30 km na direção oeste até alcançar a área urbana do município. A partir da área urbana seguir por mais 10 km em sentido oeste até alcançar a porteira de entrada da Fazenda Corgão. Após passar pela porteira percorrer mais 3 km até a área denominada Mina Corgão, onde funcionam a lavra e o beneficiamento do minério.

2.2 Geologia do Calcário

A rocha calcária é sedimentar, que teve origem de material resultado de substâncias químicas. O calcário é matéria-prima mais frequente, considerado em 3 a 4% da camada da terra, os outros elementos químicos que compõe o calcário são originados das rochas ígneas. Isso ocorre devido ações de corrosão e erosão, as rochas são fragmentadas, o cálcio em diluição é levado até o mar através do escoamento da água. Ao alcançar o mar boa parte do cálcio precipita-se depois de diluído devido esse elemento ter baixa dissolução na água oceânica (LUZ; LINS, 2005).

O teor de dióxido de carbono presente na água pode ser reduzido em decorrência das alterações de temperatura e a evaporação, devido esse processo pode dar origem á um calcário com grande quantidade de pureza química e a

formação de calcários encontrados com grande frequência em cavernas, travertino, turfa calcária, estalactites e estalagmites (LUZ; LINS, 2005).

O cálcio encontrado em solução, acompanhado da reação química, é aproveitado por inúmeros moradores do oceano, que se aglomeram no fundo do mar formando conchas de calcário. Os sedimentos da rocha calcária que ocorre devido esse procedimento, podem ser contaminados no momento da deposição com outros insumos silicosos, argilosos, que atingem significativamente a natureza e a elaboração química do calcário final. A forma e a dimensão da rocha calcária são devidas o estado de temperatura, pressão e outras condições às quais a deposição foi apresentada são razões que interferem na qualidade física da rocha (LUZ; LINS, 2005).

A substituição do cálcio presente no calcário calcítico pelo o magnésio, que ocorre devido a grande quantidade de teor de sais de magnésio, pode ser fatores responsáveis pela formação do calcário magnesiano ou dolomítico (LUZ; LINS, 2005).

2.3 Ocorrências de calcário no estado do Tocantins

As rochas carbonáticas no estado do Tocantins estão vinculadas a corpos sedimentares, sendo proterozóica como também peleomesozóica. O calcário esta presente nos seguintes grupos estratigráficos (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997):

- a) Grupos Araxá/Serra da Mesa, Tocantins, Natividade, Araí, Bambuí, de idade Proterozóico Médio e Superior;
- b) Formações Pedra de Fogo, Codó, Piauí, que fazem parte da Sinéclise do Parnaíba.

A Formação Pedra de Fogo ocorre entre os rios Araguaia e Tocantins no norte do Estado do Tocantins, o calcário nesta região está ligado a folhetos pretos, na base de formação. As rochas carbonática são esverdeadas a esbranquiçadas argilosas, com leitos de silexito e camadas fossilíferas. São estratiformes ou lenticulares e chegam a ter até 10m de espessura (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997).

A Formação Piauí ocupa-se na parte leste do estado, nos municípios de Itacajá, Lizarda e Goiatins. O corpo mineral de calcário está depositado em ambiente

continental com raras incursões marinhas que originaram as rochas carbonáticas (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997).

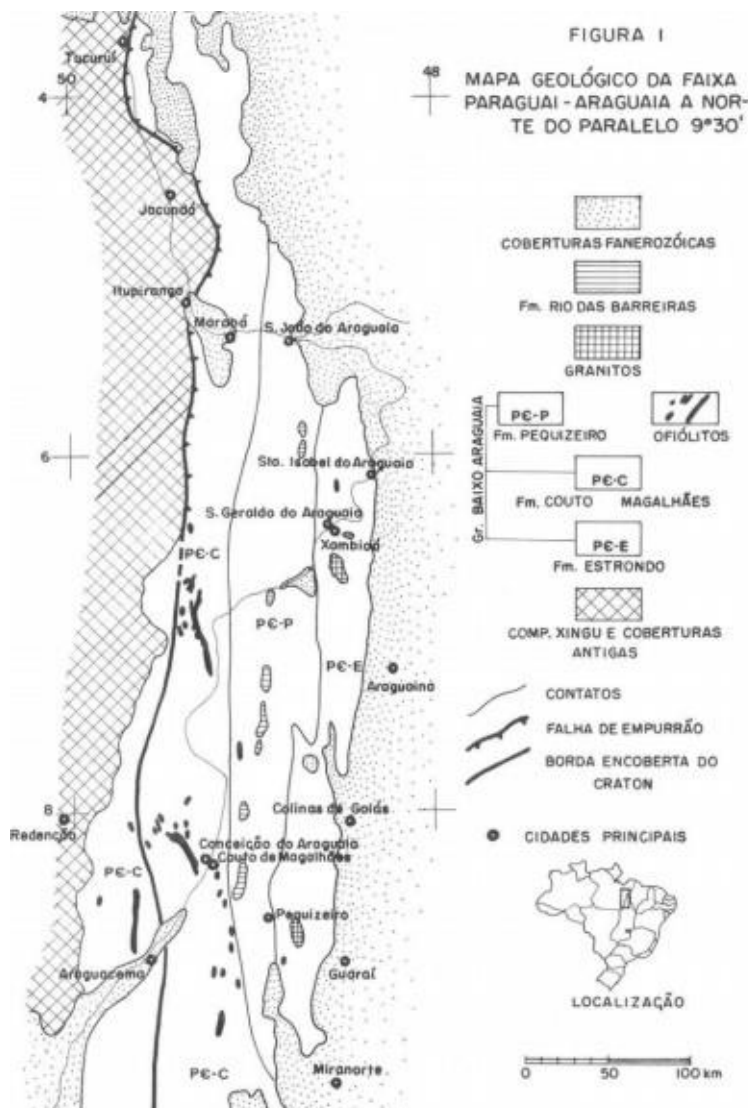
O Grupo Bambuí acontece em duas faixas, tendo em vista que apenas a primeira ocorre no estado do Tocantins, localizada no leste de Goiás e no sudeste do Tocantins, intermitente desde Alvorada do Norte até Dianópolis. A segunda faixa encontra-se na porção do norte do Distrito Federal e parte do município de Padre Bernardo (GO). Neste grupo evidencia-se a Formação Paraopebas com dominância de rochas carbonáticas (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997).

O Grupo Tocantins abrange uma grande área do Estado do Tocantins ao percurso do rio Araguaia, que vai desde a Ilha do bananal até Tucuruí com dimensão de 50 a 100 km. Possuem lentes calcárias em grande quantidade relacionadas à Formação Couto Magalhães (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997).

O Grupo Natividade evidencia por quatro pacotes sedimentares no sudeste do Tocantins, nas regiões dos municípios de Natividade e Pindorama. As rochas calcárias estão localizadas no terceiro pacote da base para o lugar mais alto, encaixadas em calcixisto e quartizitos. Encontram-se recristalizadas e de aparência maciço e foliado (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997).

O Grupo Araxá possuem três subunidades, porém a superior possui grande quantidade de rochas carbonáticas. São de cores brancas e cinza-claro ou cinza-escuro, maciças, cristalinas com feições sacaroide. Sucede como lentes intercaladas em rochas com elevado grau de xistosidade e quartizitos. Logo abaixo, apresenta o mapa que traça as formações geológicas no Tocantins (SCHOBENHAUS; QUEIROZ; COELHO, 1997).

Figura 3 - Mapa geológico da porção setentrional da Província Tocantins.



Fonte: Hasui et al. (1984) e Alvarenga et al (2000).

2.4 Ocorrência de calcário no município de Bandeirantes

De acordo com informações obtidas no sitio eletrônico do Geobank- CPRM, geologicamente, a localidade está inserida no Grupo Tocantins, que apresenta a ocorrência de xistos, quartzitos, filitos, ardósias e mármore. O calcário aqui apresentado pode ser correlacionado aos calcários dolomíticos existentes em Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, ocorrendo na forma de lentes. A localização da ocorrência do Grupo Tocantins é em geral pobre em afloramentos, e estes, quando ocorrem, apresentam-se geralmente alterados, muitas às vezes, com

duas estruturas planares e lineares claramente obliteradas. Na região de Bandeirantes-TO, o relevo é suave, o que vem a contrastar com aquele existente nos domínios do Grupo Estrondo, frequentemente acidentado.

Além do calcário dolomítico, os muscovita-xistos, os granada-xistos, clorita xistos são as litologias predominantes na área, apresentado em geral uma coloração cinza escuro, cinza esverdeada, cinza avermelhado, bastante alterada, dando origem a um solo argiloso.

2.5 Usos e aplicações do calcário

De acordo com o perfil minério do calcário divulgado pelo Ministério de Minas e Energia (2009) os seus componentes mineralógicos, o carbonato de magnésio, argila, sílica, e outros sendo esses em pequenas quantidades e o carbonato de cálcio – CaCO_3 mais conhecida como calcita com maior ocorrência. A rocha carbonática é uma substância mineral encontrado com grande extensão em reservas em quase todo o mundo. Considerando os grandes depósitos desse minério, é possível classificar os tipos de calcário existente de acordo com a quantidade de composição química de cada constituinte presente na rocha calcária. A tabela abaixo, representa a classificação do calcário em relação ao teor de magnésio MgO presente (SILVA, 2009).

Tabela 1 - Classificação da rocha carbonática de acordo com o teor do magnésio.

Tipos de Calcário	%Teor de Magnésio- MgO
Calcário	0 a 1,1
Calcário Magnesiano	1,1 a 2,1
Calcário Dolomítico	2,1 a 10,8
Dolomítico Calcítico	10,8 a 19,5
Dolomítico	19,5 a 21,7

Fonte: Serviço Geológico do Paraná - Mineropar.

2.5.1 Calcário Dolomítico

Esse tipo de rocha calcária sedimentar composta é caracterizado pelo o teor de magnésio (MgO) e cálcio (CaO) existentes, a presença dos mesmos no calcário dolomítico são essenciais para a correção do PH do solo para agricultura, devido a

acidez que é causada pela presença de fertilizantes nitrogenados, responsável por proporcionar maior impacto ambiental (LUZ; LINS, 2005).

2.5.2 Calcário Calcítico

De acordo com a tabela acima, o calcário calcítico tem em sua composição um teor elevado de Magnésio, que o diferencia dos demais tipos de rochas carbonáticas, em consequência disso esse perfil de calcário é bastante utilizado como matéria prima na fabricação do cimento (LUZ; LINS, 2005).

2.6 Aplicações do Calcário

A rocha carbonática, sendo ela dividida em perfis de acordo com o teor de Magnésio e Cálcio encontrado em cada tipo, tem inúmeras aplicações, dessa forma podemos conhecer algumas principais mais comuns utilizadas.

2.6.1 Aplicação do Calcário na Fabricação do Cimento

A matéria-prima indispensável no cimento é o calcário, o mesmo é retirado das minas e passa por um processo de beneficiamento até consistir no material final para o uso na fabricação do cimento (VOTORANTIM, 2015).

O calcário é misturado com argila e demais substâncias minerais em um moinho até obter um pó, em seguida esse pó é aquecido em torres de ciclone e colocado em um forno, é necessário que esse material seja resfriado e todos os elementos são moídos no moinho de cimento, até obterem a o tipo de granulometria adequada e o cimento como resultado final (VOTORANTIM, 2015).

De acordo com Sampaio e Almeida (2009, apud Silva, 2009) é utilizado aproximadamente 1,4 toneladas de calcário para cada tonelada de produção de cimento, sendo assim a procura do calcário é em grande escala para a elaboração do cimento.

2.6.2 Aplicação do Calcário da Construção Civil

Segundo Santos (2015), na construção civil a utilização do calcário é frequente com o uso da brita e da rocha calcária em outros tamanhos, tratando de obras civis o uso da brita produzida da rocha carbonática é constante em suas diversas classificações:

- a) Pó de brita (5 milímetro de malha): Sua utilização pode ser feita malha asfáltica, na produção de pré-moldados, empregado na elaboração da argamassa;
- b) Brita 0 (12 milímetro de malha): Possui um tamanho muito pequeno, sua aplicação é frequente na formação de lajes, vigas, vigotas e em acabamentos em geral;
- c) Brita 1 (24 milímetros de malha): Na construção civil é o com maior utilização, indicado na elaboração do concreto, lajes e vigas e obras de grande porte, construção de pontes por exemplo;
- d) Brita 2 (30 milímetros de malha): Entre todos os tipos de brita, esse tipo é o mais aplicada na construção civil, por se tornar compatível para o concreto na construção de colunas, lajes, vigas e pontes.

Figura 4 - Tipos de britas mais comuns produzidas por rochas carbonáticas



Fonte: Blog construir (<http://blog.construir.arq.br/wp-content/uploads/2013/12/britas.jpg>).

2.6.3 Aplicação do calcário na produção de Cal

A calcinação do calcário ou do dolomito resulta na produção da Cal ou óxido de cálcio (CaO) que é feita com base em calcário com alto teor de cálcio ou de

magnésio . A cal derivada do com grande teor de magnésio produz a cal dolomítica. No processo da calcinação o carbono do cálcio passa por uma transformação através do calor, que ocorre com uma temperatura na faixa de 900 a 1.000°C. O procedimento para a fabricação da cal ocorre primeiramente pelo beneficiamento da rocha calcária, onde o material é levado para o forno de calcinação, em algumas ocorrências a amostra passa pela etapa de hidratação, com uso da água para atingir o produto final (LUZ; LINS, 2005).

2.6.4 Aplicação do calcário na fabricação do papel

De acordo com Luz (1998, *apud* LUZ; LINS, 2005) é utilizado anualmente cerca de 1,3 milhões de toneladas de carbonato de cálcio na indústria de papel por todo o mundo, e tende a crescer o consumo nesse setor, devido à substituição do caulim pelo carbono de cálcio depois da sua entrada no mercado.

2.6.5 Aplicação do calcário na fabricação na indústria de plásticos

O consumo do carbono de cálcio na indústria do plástico é igual a do papel, 1,3 milhões de toneladas por ano é aplicados nesse setor, na produção de PVC e de resinas, o uso do GCC na tem suas vantagens na indústria do plástico, na confecção do PVC, proporciona tensão, dureza, textura, é utilizado no controle de viscosidade em adaptação de placas, fornece resistência ao polímero, auxilia na fabricação de poliéster entre outras vantagens (LUZ; LINS, 2005).

2.6.6 Aplicação do calcário na indústria de tintas

A aplicação dos carbonatos de cálcio nesse setor é voltada mais para produção de tintas para automóveis, atua na redução da quantidade de TiO_2 , responsável pelas propriedades mecânicas do vidro (LUZ; LINS, 2005).

Na produção de tintas são utilizados dois tipos de granulometria de carbono de cálcio, cerca de 10% de produção de leitos de base da tinta é com granulometria entre 10 e 3 μm e de 2 á 3% clareamento como cobertura, usa-se o material ultrafino de 1e 0,7 μm de granulometria, a aplicação desse produto mais fino na tinta permite

sua utilização na superfície do automóvel, além de apresentar brilho mais forte que o material mais grosso (LUZ; LINS, 2005).

2.6.7 Aplicação do calcário na indústria de vidros

Na fabricação do vidro a dolomita é o terceiro elemento utilizado, depois da barrilha e da areia de quartzo, o consumo da cal na elaboração do vidro atua na resistência por ataque a unidade e a gases, reduz a fragilidade do vidro. Na tabela a seguir, obtêm-se os principais elementos na elaboração do vidro de plano (LUZ; LINS, 2005).

Tabela 2 - Principais elementos da mistura aplicada na composição para a elaboração de vidro plano

Componentes	Peso (%)	Componentes	Peso(%)
Sílica	51	Calcário	4
Barrilha	16	Sulfato	1
Dolomita	13	Vidro reciclado	15

Fonte: Luz; Lins (2005)

2.6.8 Aplicação do calcário na alimentação de animais

Consumido por animais e aves como suplemento alimentar, pois possui cálcio, derivado do calcário calcítico puro e moído, assim também como o cálcio insere mármores britados e conchas calcárias. A quantidade de carbono de cálcio consumido na alimentação depende do tipo de animal, é necessário que o teor de sílica presente no carbono de cálcio seja baixo e sua granulometria esteja na faixa de 95% abaixo de 150 μm e 80% abaixo de 74 μm (LUZ; LINS, 2005).

2.6.9 Aplicação de calcário na indústria de cerâmica

Tanto o calcário, calcítico ou dolomítico estão presentes na composição da cerâmica e sua aplicação fornece ao material final uma diminuição das expansões térmica e por umidade, isso ocorre quando a massa cerâmica possui caulim e

quartzo. Pode apresentar esta mesma característica se utilizar o carbono de magnésio, porém é necessário que seja com concentrações maiores e com temperaturas elevadas no momento da queima (LUZ; LINS, 2005).

2.6.10 Aplicação do calcário na agricultura

A utilização do calcário e dos seus demais derivados, cal hidratada e virgem, escória, por exemplo, são utilizadas para correção da acidez presente no solo e favorecer o crescimento das plantas, é necessário que aplicação do calcário no solo seja realizada alguns meses antes do plantio para correção da acidez antes. O pH ideal para o solo para cultivo de plantas é entre 6 e 7, o calcário dolomítico principalmente, oferece dois nutrientes essenciais para o solo, o cálcio e magnésio e neutraliza a acidez produzida através de fertilizantes como, amônia, sulfatos e nitrato, favorecendo o cultivo das plantas (LUZ; LINS, 2005).

2.6.11 Aplicação do calcário na indústria metalúrgica

Nesse setor o óxido de cálcio reage com substâncias impuras, com enxofre entre outras, esses tipos de reações são considerados importantes no procedimento pirometalúrgicos de temperaturas elevadas. O calcário calcítico, possui duas funções na siderúrgica o de fundente e fluxante, a granulometria do calcário nesse setor deve ser na faixa de 20 a 49 mm, é necessário que contenha no mínimo 49% de óxido de cálcio, entre 2 e 4% de magnésio e de 2 à 5% de sílica (LUZ; LINS, 2005).

2.6.12 Aplicação do calcário no tratamento de água

O magnésio, cálcio, cloro e outros minerais juntamente com a presença de alguns metais, são responsáveis pela dureza da água. Um dos reagentes usados com mais frequência na retirada dos íons cálcio e magnésio da água é a cal hidratada, utilizada no tratamento de água (LUZ; LINS, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para a realização desse trabalho foram utilizados os seguintes itens:

- Base cartográfica raster:

Mapa impresso em cores Folha Colméia, SD.22-X-B-VI, Escala 1:100.000, MI-1939

Mapa impresso em cores Folha Bandeirantes, SD.22-X-B-VI, Escala 1:100.000, MI-1939

- Base cartográfica vetorial:

Arquivo shape Folha Colméia SD.22-X-B-VI, Escala 1:100.000, MI-1939

Arquivo shape Folha Bandeirantes - SD.22-X-B-VI, Escala 1:100.000, MI-1939

Arquivo kml Estado do Tocantins, formato SIGMINE

- Software ArcMap® Versão 11.0

- Software AutoCad® Versão 2010

- Software Google Earth® Versão 5.5

- Software Word 2010®

- Software Excel 2010®

- Software Corel Draw® 11

- Software StereoNet® 8

- Máquina fotográfica Sony CyberShot 12 mp

- Bússola Clar Freiberg

- Martelo de Geólogo

- Caderneta de campo

- GPS Garmin Modelo 62S

- Sacos para coleta de amostras

- Fluorescência de Raio -X , Modelo Epsilon 3, Panalytical®

3.2 Metodologia

A metodologia utilizada para realizar este trabalho de conclusão de curso foi dividida em 5 etapas:

3.2.1 Etapa 1: Revisão bibliográfica

Essa etapa envolveu a revisão da bibliografia referente à formação de depósitos de rochas carbonáticas. Posteriormente, as pesquisas foram focadas nos parâmetros geológicos relacionados à Faixa Araguaia, ao Grupo Estrondo e a Formação Xambioá na região centro-norte do Estado do Tocantins. Foram consultados livros, manuais e artigos publicados em forma física e virtual.

As principais publicações consultadas foram os artigos da Revista Brasileira de Geociências, os Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, os Anais do Simpósio de Geologia da Amazônia e os livros de Geologia Sedimentar (SUGUIO, 2003), de Petrografia Macroscópica (SGARBI, 2007) e o Léxico Estratigráfico Brasileiro (DNPM, 1986). Como complemento, foram pesquisados junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o Processo de Autorização de Pesquisa Mineral n. 864.037/2002 de propriedade da empresa CALTINS Ltda. Para a revisão bibliográfica utilizou-se os softwares Word 2010 e Excel 2010. Para as buscas na internet utilizou-se o engine search da Google e do Yahoo.

3.2.2 Etapa 2: Delimitação da área de interesse

Após a consulta no Processo de Autorização de Pesquisa Mineral n. 864.037/2002, foi possível determinar a área de interesse para a realização do trabalho de campo. A área de interesse delimitada foi de 50 (cinquenta hectares), situada totalmente dentro da área do Processo de Concessão de Lavra n. 864.037/2002. Após a delimitação da área do trabalho, foram separadas as bases cartográficas para a realização da etapa de campo. Foram separadas 2 folhas para serem usadas como base cartográfica, a Folha Colméia e a Folha Bandeirantes, ambas em escala 1:100.000. As folhas foram obtidas em formato impresso e em

formato shape. Para a visualização dos arquivos shape utilizou-se o software ArcMap 11.0. Utilizou-se também o arquivo kml do Estado do Tocantins no padrão SIGMINE para a obtenção de todos os polígonos das áreas ativas junto ao DNPM. Para a visualização do arquivo kml utilizou-se o software Google Earth 5.0.

3.2.3 Etapa 3: Realização de atividades de campo

A atividade de campo foi realizada integralmente na área do Processo 864.037/2002, denominada como Mina Corgão, cerca de 25 km de distância a oeste da área urbana de Bandeirantes – TO. As visitas foram realizadas em 2 períodos distintos. A primeira visita ocorreu em julho/2015 durante as atividades de estágio da autora do trabalho. A segunda visita ocorreu em outubro/2015, durante uma visita técnica acompanhada pelo Engenheiro Supervisor de Mina Vinícius Leonardo e o Professor Orientador Geólogo Rodrigo Meireles. As atividades de campo incluíram a visita à frente de lavra da empresa CALTINS, coleta de amostras, obtenção de medidas litoestruturais, fotografia dos afloramentos, coleta de pontos de controle com GPS, visita à litoteca da empresa CALTINS e confecção de mapa-base geológico em escala 1:50.000.

Ao final da etapa de campo, as amostras de rocha selecionadas foram despachadas para análise quantitativa de elementos químicos por Fluorescência de Raios-X no Laboratório Geoquímico de propriedade da empresa J. D. Mito. Para a etapa de campo foi utilizado o GPS Garmin 62S, martelo de Geólogo, Bússola Clar, sacos para coleta de amostras, mapa base impresso. Para o trabalho no escritório serão utilizados os softwares Word 2010, Excel 2010, Corel Draw 11, Google Earth e o ArcMap.

3.2.4 Etapa 4: Organização a análise dos dados

Os dados foram organizados em diferentes tópicos, focando cada um dos itens de caracterização do calcário da Mina Corgão. Os dados litoestratigráficos foram organizados em formato de textos descritivos e em perfis e colunas estratigráficas. Os dados petrográficos foram organizados em textos descritivos específicos para cada variação litológica encontrada. Os dados estruturais foram organizados em analisados no software StereoNet 8, inseridos no formato de tabelas

com as respectivas medidas obtidas no padrão Clar (mergulho/sentido do mergulho). Os dados geoquímicos foram organizados em tabelas descrevendo as variações nos teores de Ca, Mg e Si. Os dados referentes a lavra serão descrito baseados nas diferentes proporções de minério, contaminante e estéril. As fotografias foram selecionadas e utilizadas para ilustrar diferentes tópicos. Para a organização e análise dos dados serão utilizados os softwares Word 2010, Excel 2010, Corel Draw 11, AutoCad e o ArcMap.

3.2.5 Etapa 5: Resultados Finais

Os dados serão apresentados em forma de textos descritivos, tabelas quantitativas, fotografias e ilustrações; de forma a caracterizar o minério local. Será apresentada a descrição do tipo litoestratigráfico presente, definindo os padrões de ocorrência do calcário na frente de lavra e especificando as possíveis variações em relação a teores e fácies litológicas. Os textos e fotos ilustrativas servirão para indicar todas as feições típicas do calcário identificado como Formação Xambioá. O produto final será apresentado em formato impresso e formato digital.

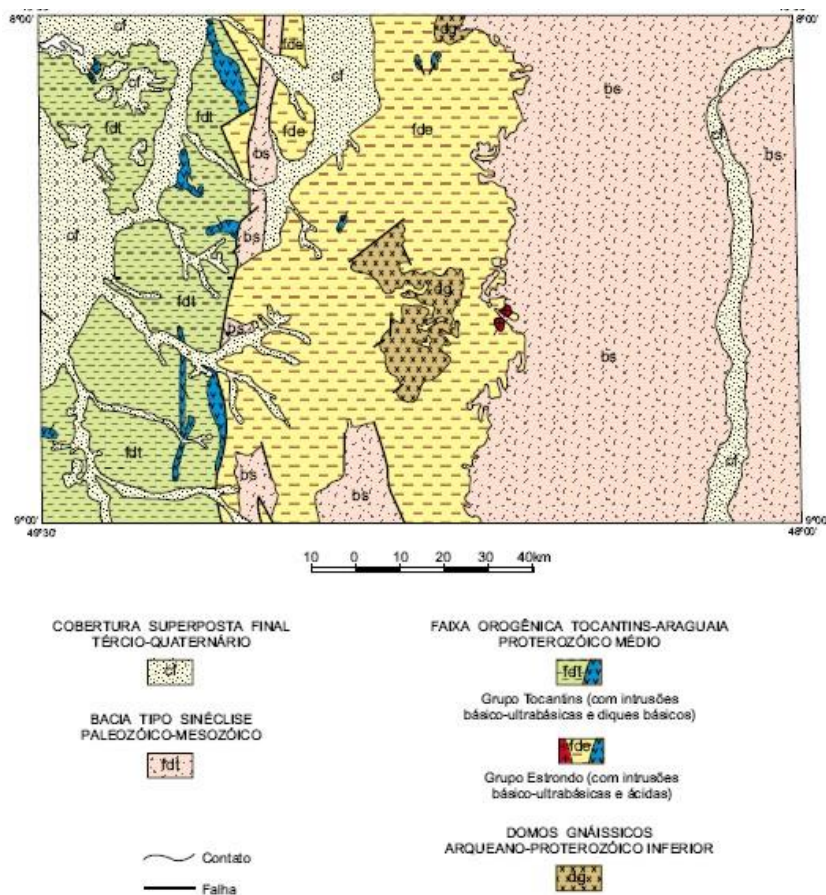
4 CARACTERIZAÇÃO DO CALCÁRIO DE MINA CORGÃO, BANDEIRANTES - TO

4.1 Descrição da geologia regional

O arcabouço tectônico estrutural da região de Bandeirantes é representado pela orogênese da Sinéclise sedimentar das rochas devonianas e carboníferas do Parnaíba e pelas rochas pré-cambrianas do Complexo Goiano e do Complexo Colméia. Levando em conta a origem e características litológicas e estruturais das rochas, as unidades podem ser divididas em duas grandes sequências: as rochas da Faixa Tocantins-Araguaia e as rochas da Bacia do Parnaíba. A Faixa Tocantins-Araguaia é uma faixa de sucessivos dobramentos proterozóicos, caracterizada por estruturas longitudinais e representada pelos. Ocorrem nas regiões próximas às estruturas dômicas de Colméia e Rio das Cunhãs, e constituem as rochas mais antigas da região (PLGB/CPRM, 1994).

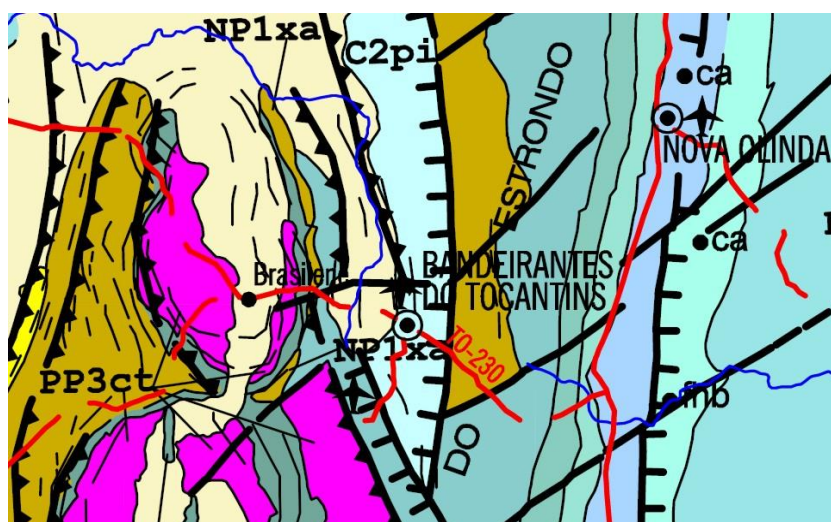
As rochas de ambos os grupos pertencem a Faixa de Dobramentos Araguaia sendo configuradas pelas formações Morro do Campo, Xambioá e Pequizeiro, do Grupo Estrondo e pela Formação Couto Magalhães, do Grupo Tocantins. As litologias representativas desta faixa são constituídas principalmente por biotita xistos, quartzitos, quartzo xistos, anfibolitos, clorita xistos, filitos e ardósias. A Sinéclise da Bacia do Parnaíba foi implantada durante o Siluriano, a partir da subsidência da área cratônica. É representada por seqüências sedimentares fanerozóicas, exumadas pelos processos morfogenéticos subsequentes, dispostas de forma alongadas na direção N-S. Compreendem as formações, da base para o topo, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba (compostas principalmente por arenitos, siltitos e folhelhos), com a presença de magmatismo fissural, representado por derrames basálticos e diques e sills de diabásio (Formação Mosquito). Estes derrames marcaram o início das manifestações tectônicas modernas, que culminaram com a reativação de falhas e elaboração de novas estruturas tectônicas. As figuras a seguir demonstram a organização geotectônica, a distribuição litoestratigráfica e o empilhamento sequencial das unidades litológicas da região de Bandeirantes e arredores (PLGB/CPRM, 1994).

Figura 5 - Divisão geotectônica regional da área de Bandeirantes. A área de interesse está indicada pela seta verde.



Fonte: Folha Araguaína, Projeto PLGB, CPRM, 1994

Figura 6 – Representação das unidades litoestratigráficas da região de Bandeirantes do Tocantins. A área de interesse está indicada pelo polígono amarelo.



Fonte: Mapa Geológico Estado do Tocantins, IBGE, 2007

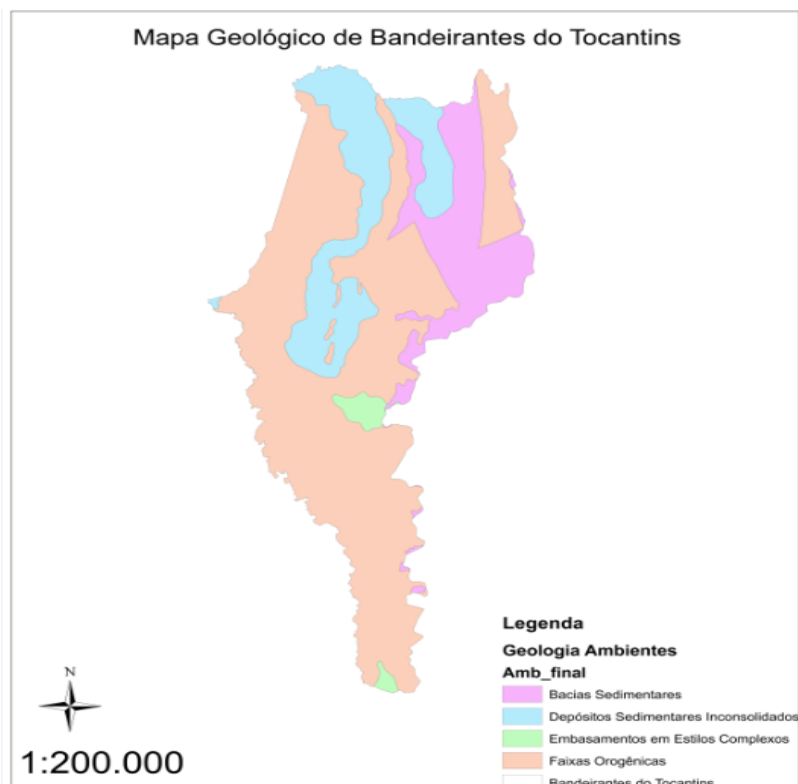
				LITOLOGIA	LITOAMBIÊNCIA	POTENCIAL MINERAL				
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	COBERTURAS SUPERPOSTAS FINAIS	ALUVIÕES HOLOCÊNICAS	Qha	Sedimentos inconsolidados formados por areia, material silto-argiloso e cascalho.	Planície fluvial	Localmente prospectivo para Au, diamante e ametista.			
			ALUVIÕES PLEISTOCÊNICAS	Qpa	Terraços aluvionares constituídos de sedimentos arenosos e conglomeráticos, inconsolidados.	Planície fluvial	Localmente prospectivo para ametista.			
	TERCIÁRIO		DETRITO-LATERÍTICAS	TQdl	Cangas lateríticas, avermelhadas e sedimentos argilo-arenosos laterizados. Concreções limoníticas e magnesíferas.	Continental	Material para construção civil, notadamente em revestimento de estradas.			
			ARENOSA	TQa	Sedimentos arenosos conglomeráticos, inconsolidados.	Continental				
			CONGLOMERADO CIPÓ	Tcc	Conglomerados de matriz argilosa, sem estratificação aparente, arenitos cremes a avermelhados, argilitos e siltitos.	Continental				
MESOZÓICO	TRIÁSSICO	BACIA DO TIPO SINEQUÍSE DO PARANÁ	FORMAÇÃO MOTUCA	PTMm	Arenitos com estratificação cruzada e intercalações de argilitos, arenitos e siltitos, tem como níveis de calcário, gipsita e anidrita. Na base ocorrem restos de madeira petrificada (Psaronius).	Continental lagunar e eólico, com incursões marinhas.	Areias com possibilidades de utilização em fraturamentos de poços de petróleo.			
PERMIANO	FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO		Ppf	Siltitos carbonáticos cinza-esverdeados, com intercalações de calcários, arenitos fossilíferos, folhelhos, conglomerados, silxitos e gipsita. Conglomerados polimíticos com intergitações de siltitos, folhelhos e silxitos (Fácies Rio das Barrerias-rb).	Sedimentação mista em ambiente marinho, planície de maré e lagunar	Calcários com possibilidades de fabricação de cimento, corretivos de solos e brita.				
CARBONÍFERO	FORMAÇÃO PIAUI		Cpi	Arenitos feldspáticos finos a grossos com estratificação cruzada, níveis conglomeráticos na base e intercalações de siltitos, folhelhos e silx, mais para o topo.	Predominantemente fluvial com contribuições eólica e marinha.	-				
	FORMAÇÃO POTI		Cpo	Arenitos róseos e esbranquiçados, finos a médio, às vezes conglomeráticos e micáceos. Siltitos e folhelhos predominam mais para o topo.	Fluviodeltáico com contribuições marinhas no topo.	Indícios (geoquímicos) de SnO ₂ .				
DEVONIANO	FORMAÇÃO LONGÁ		Di	Arenitos creme a esbranquiçados, finos a médios, com intercalações de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados e micáceos. Folhelhos cinza - escuros predominam no topo.	Marinho raso e litorâneo com períodos de sedimentação em águas mais profundas.	-				
	FORMAÇÃO CABEÇAS	De	Arenitos de coloração creme rosado a esbranquiçado, granulação fina a média, caulínicos e paraconglomerados com clastos de grânulos a blocos dispersos em uma matriz siltico-argilosa.	Marinho litorâneo com contribuições deltáicas e glaciais.	Indícios (geoquímicos) de SnO ₂ , As, Cu, Pb e Zn.					
	FORMAÇÃO PIMENTEIRAS	Dp	Siltitos, folhelhos e arenitos interestratificados com níveis microconglomeráticos e conglomeráticos.	Marinho raso a planície de maré	-					
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	FAIXA OROGÊNICA TOCANTINS-ARAGUAIA	GRANITO PRESIDENTE KENNEDY	PSy	Granito de granulação média a fina a duas micas (biotita e muscovita).	Plutônico	-			
			ROCHAS BÁSICO-ULTRABÁSICAS	PMs	Serpentinitos e serpentinitos silicificados. Localmente ocorrem metaultrabásitos, clorítios, talco xistos e brechas silteosas. Diques básico-ultrabásicos e diabásio (db).	Plutônico	Cromita, talco e amianto.			
	MÉDIO		GRUPO TOCANTINS	PMctf	Filtos, ardósias, calcários (fl) e quartzitos (qt).	Marinho platform associado a miogeoclinal	Indícios (geoquímicos) de As, Cu, Zn, Ni, Co, Cr e Pb.			
			FORMAÇÃO COUTO MAGALHÃES	qt						
			FORMAÇÃO PEQUIZEIRO	PMep				Calci-clorita-muscovita-quartzoxistos com variações para quartzo-clorita xistos e calci-clorita-muscovita xistos. Em geral são feldspáticos e apresentam cores esverdeadas e apresentam estruturas xistosas.	Marinho raso	Ouro (próximo ao contato com rocha básico-ultrabásicas).
			FORMAÇÃO XAMBIOÁ	PMex				Muscovita-biotita-quartzo xisto e calci-biotita-quartzo xisto feldspáticos, localmente granodíferos e grafíticos, com lentes de anfibolitos.	Marinho raso associado a geoclinal	Indícios (geoquímicos) de Cu, Ni, Co e Cr.
			FORMAÇÃO MORRO DO CAMPO	PMem2				Quartzitos puros a muscovíticos de cor cinza a vermelhada, granulação fina a média e quartzo xistos micáceos, localmente feldspáticos (2). Anfibolitos finos, cinza-escuro, ocorrem na base (1).	Marinho raso associado a geoclinal	-
ARQUEANO	DOMÓTIPO GNAISSICOS	GNAISSSES CANTÃO	PMc	Biotita gnaisses de composição monzogranítica, coloração rosada, granulação fina a média e hornblenda-biotita gnaisses de composição granodiorítica.	Plutônico	-				
		COMPLEXO COLMÊIA	Ac	Biotita gnaisses de granulação fina a média e de composição trondhjemítica e migmatitos com neossoma granítico.	Mesocrosta silíca	-				

Fonte: Folha Araguaína, Projeto PLGB, CPRM, 1994

4.2 Mapa Geológico de Bandeirantes-TO

O mapa abaixo foi desenvolvido com uso do programa ArcMap, foram extraídos dados do município no site da SEPLAN para distinguir geologicamente as unidades geológicas que caracterizam a região.

Figura 8 - Mapa geológico de Bandeirantes do Tocantins



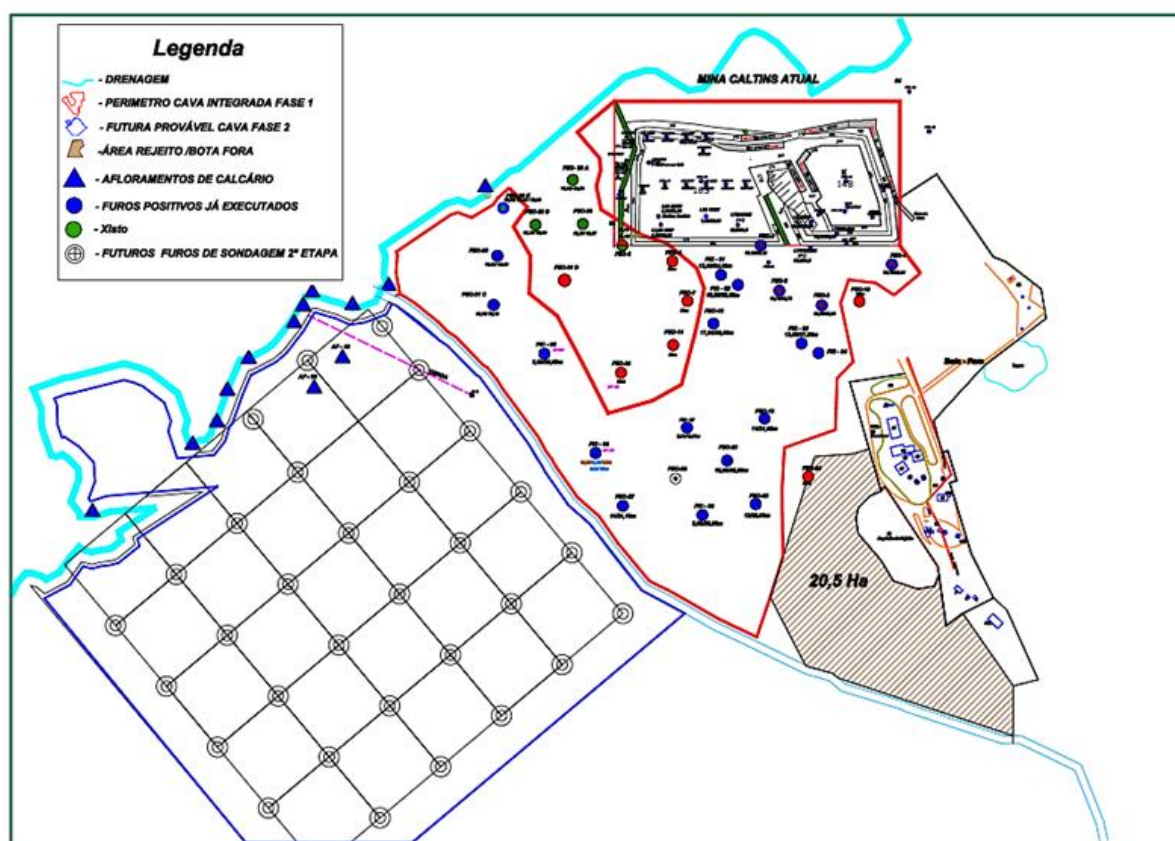
Fonte: Adaptado de SEPLAN, 2008

Verificou-se que no município de Bandeirantes na maior parte dos afloramentos predominam as litologias ligadas às rochas sedimentares, as rochas metamórficas representam menor quantidade de afloramentos. As ocorrências do calcário em Bandeirantes do Tocantins estão associadas com as rochas metamórficas da Formação Xambioá e as rochas sedimentares da Formação Piauí. Uma grande parte do subsolo de Bandeirantes é composta pelo cinturão orogênico, e sua formação resultou em montanhas, planaltos, que são notáveis ao olho nu na localidade e foram originadas devido a ação tectônica durante a formação da Faixa Paraguai-Araguaia.

4.3 Descrição da Geologia da Mina Corgão

Através de informações fornecidas pela empresa Caltins-Calcário Tocantins Ltda., empresa em operação na extração do calcário no município de Bandeirantes, informações oriundas de pesquisa realizada no local pela mesma, obteve-se um mapa de sondagens que identifica através dos furos realizados na área da indústria, o teor de calcário e a profundidade do capeamento existente. Abaixo, especifica o mapa gerado com uso do programa Auto Cad. Nas etapas de pesquisa mineral, é realizada a sondagem rotopneumática em diversos pontos pré-determinados, essa coleta de informações no solo através de furos é precisamente para verificar a relação de estéril/minério, a escala de produção da frente de lavra e a viabilidade econômica da abertura de nova frente.

Figura 9 - Mapa de sondagem da empresa Calcário Tocantins Ltda.-Caltins.



Fonte: Calcário Tocantins Ltda. Caltins

No mapa desenvolvido, nota-se que a quantidade de furos de sondagem positivos (círculo azul) é em maior quantidade do que os furos de sondagem negativos (círculo vermelho). Os furos são descritos por medida de capeamento pela

profundidade do furo, em azul são furos onde a relação estéril minério é viável, e em vermelho a relação estéril minério é inviável ou não há minério. Em decorrência do resultado da sondagem, é possível considerar que a área em estudo favorece a extração da substância de interesse, onde o teor de cálcio e magnésio presente na rocha carbonática é significativo.

Figura 10 – Testemunhos de sondagem demonstrando a sequência de calcário perfurado durante a etapa de pesquisa mineral, Litoteca Caltins.



Foto: Autoria Própria.

Figura 11 - Detalhe do testemunho de sondagem demonstrando o intervalo de calcário branco atingido durante a pesquisa mineral, Litoteca Caltins.



Foto: Autoria Própria.

4.4 Caracterização litoestratigráfica

O calcário na Mina Corgão não é aflorante na área de lavra. Ele forma um relevo suavemente ondulado, formando pequenas estruturas de colinas. A principal unidade das rochas carbonáticas é a Formação Xambioá (NP1xa). Na área visitada a sequência do calcário é sobreposta por outras duas unidades: a Formação Piauí (Cpi) e a Cobertura detrito-laterítica do Terciário-Quaternário (N3dl). As unidades superiores mostram claramente superfícies de discordância erosiva com o calcário da Formação Xambioá (Figura 12).

Figura 12 - Foto demonstrando uma das bancadas da Mina Corgão, nas cotas superiores aparecem as camadas da Cobertura detrito lateríticas do Terciário-Quaternário e da Formação Piauí. Nas cotas inferiores predominam totalmente as rochas carbonáticas da



Foto: Autoria própria

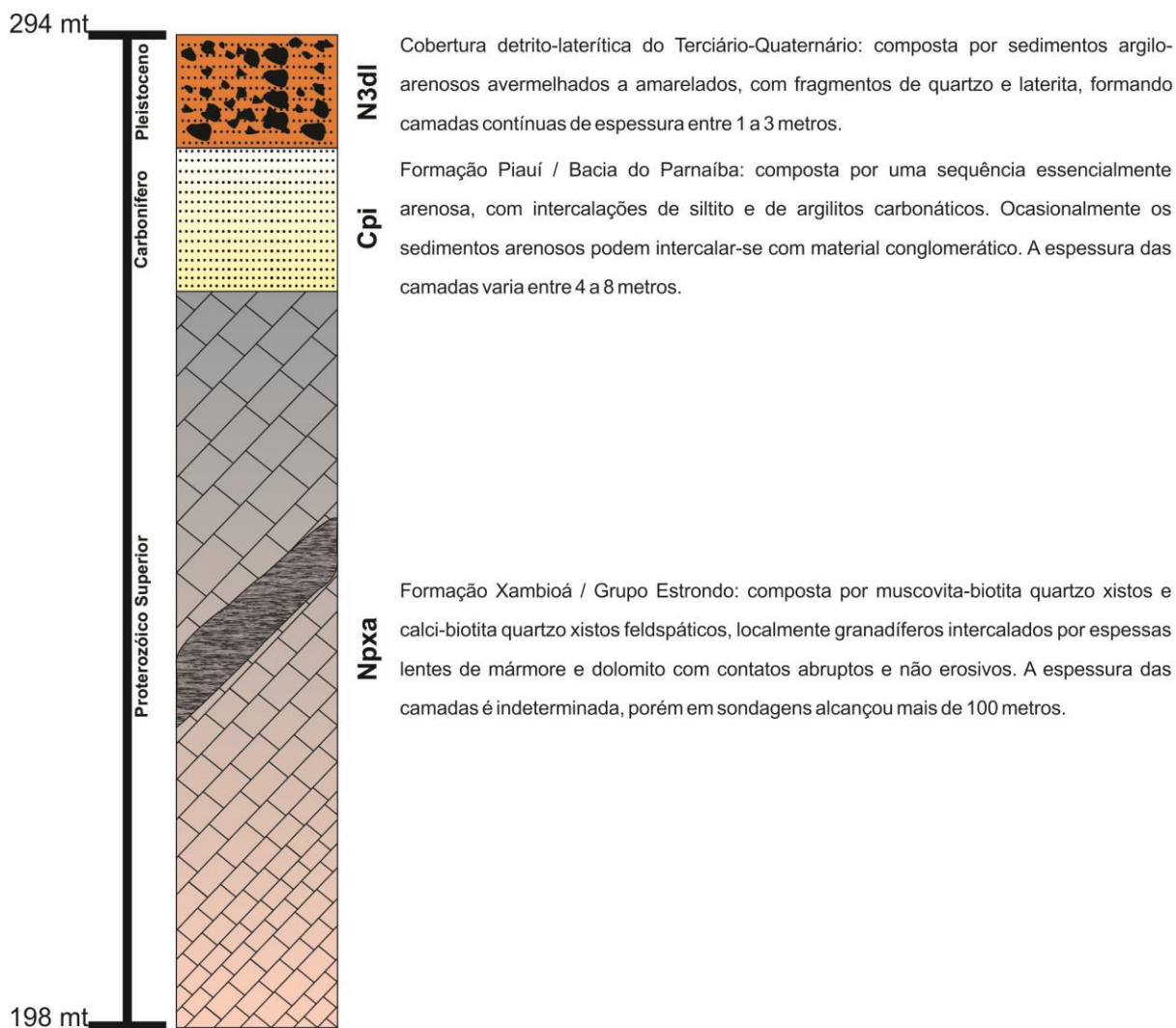
A Formação Xambioá (NP1xa) demonstra a sequência litológica típica que é composta por muscovita-biotita quartzo xistos e calci-biotita quartzo xistos feldspáticos, localmente granadíferos intercalados por espessas lentes de mármore e dolomito com contatos abruptos e não erosivos. A espessura das camadas é indeterminada, porém nas atividades de sondagem a camada já alcançou mais de 100 metros.

A Formação Piauí (Cpi) não é encontrada nas cotas da frente de lavra, aparece apenas como uma camada de arenitos finos com 4 a 8 metros de espessura sobrepondo a Formação Xambioá. É composta de uma sequência essencialmente arenosa, com intercalações de siltito e de argilitos carbonáticos. Ocasionalmente os sedimentos arenosos podem intercalar-se com material conglomerático. A espessura das camadas varia de 4 a 8 metros.

A Cobertura detrito-laterítica do Terciário-Quaternário (N3dl) é composta por sedimentos argilo-arenosos avermelhados a amarelados, com fragmentos de quartzo e laterita, formando camadas contínuas de espessura entre 1 a 3 metros.

Sendo assim, a coluna litoestratigráfica da Mina Corgão pode ser definida da seguinte forma:

Figura 13 - Coluna litoestratigráfica proposta para a área da Mina Corgão,



Fonte: Autoria própria- sem escala

4.5 Caracterização petrográfica

O calcário da Mina Corgão foi originalmente uma rocha sedimentar gerada em ambiente marinho profundo durante a fase colisional do Cinturão Paraguai-Araguaia período do Proterozóico Médio (Schobbenhaus et al., 1997) Portanto, o calcário de Bandeirantes é produto de uma atividade metamórfica, por isso, o termo adequado para descrevê-lo é mármore. Baseado em análise petrográfica macroscópica, o calcário apresenta textura granoblástica, coloração variando entre branco, bege claro e cinza escuro, foliações discretas marcadas por delgados filmes de muscovita. Como não foi possível realizar análises de difratometria, presume-se que a mineralogia principal seja composta por calcita, aragonita e dolomita e a mineralogia secundária por quartzo e muscovita. Todas as amostras foram coletadas somente na Formação Xambioá.

Para melhor descrição da variação litológica local, adotou-se as seguintes siglas para amostragem:

CCE – Calcário Cinza-Escuro (Figura 14)

CR – Calcário Rosa (Figura 15)

CB – Calcário Branco (Figura 16)

Figura 14 - Calcário Cinza-Escuro



Fonte: autoria própria

Figura 15 - Calcário rosa.



Foto: Autoria própria

Figura 16 - Calcário branco.



Foto: autoria própria

As outras siglas designam as outras litologias encontradas na frente de lavra:

MIX – Mica-Xisto feldspático (Figura 17)

MIG – Mica-Xisto granadífero (Figura 18)

MIM – Mica-Xisto muscovita (Figura 19)

CONX – Contato Xisto-Calcário Branco

Figura 17 - Mica-xisto granadífero



Fonte: autoria própria

Figura 18 - Mica-xisto feldspático



Fonte: autoria própria

Figura 19 - Mica-xisto muscovita



Fonte: autoria própria

4.6 Caracterização litoestrutural

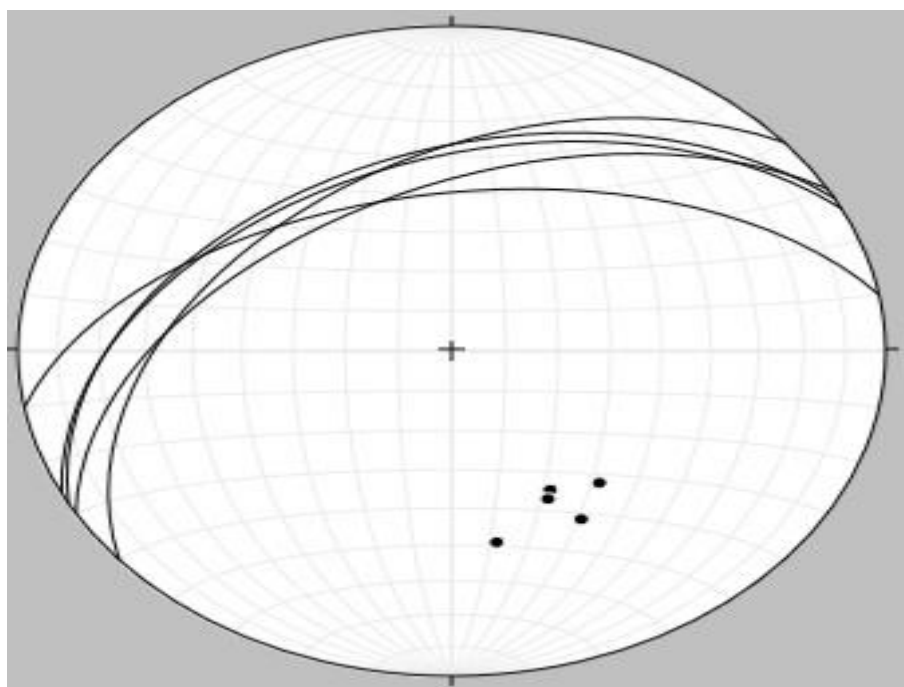
Durante a etapa de campo, foram obtidas 5 medidas de atitude com a Bússola Clar, no formato mergulho/sentido do mergulho. A deformação é semelhante tanto para o calcário como para o xisto. As medidas foram todas obtidas dentro da cava principal. A área está encaixada em uma zona de dobramentos que evidencia a deformação originária da Faixa Araguaia em relação ao Cráton Amazônico e ao Cráton do São Francisco. Estudos estruturais dos afloramentos basearam-se na análise do acamamento original (S0), da foliação (S1) e da relação de contato dos corpos com as rochas encaixantes. A estrutura S0 apresenta rumo NE. A estrutura S1 apresenta direção de mergulho SE. Os dados foram analisados no software StereoNet. A tabela com os valores de atitudes está demonstrada logo abaixo. Os planos e polos plotados foram plotados no estereograma de igual área de Schmidt (Figura 19) demonstrado logo a seguir.

Tabela 3 - Valores que apresentam direção e mergulho

ID	Strike	Dip
P1	240	50
P2	230	44
P3	260	46
P4	242	40
P5	244	42

Fonte: Autoria própria

Figura 20 - Plotagem de planos e polos da Mina Corgão em estereograma de rede de igual área de Schmidt.



Fonte: Autoria própria

Figura 21 - Medida de atitude na camada de rocha usando a bússola Clar e a leitura de mergulho/sentido do mergulho.



Fonte: autoria própria

Figura 22 - Zona de contato abrupto entre o calcário branco (minério) e o mica-xisto escuro (estéril). A inclinação da camada indica o mergulho aproximado de 45 graus para SE.



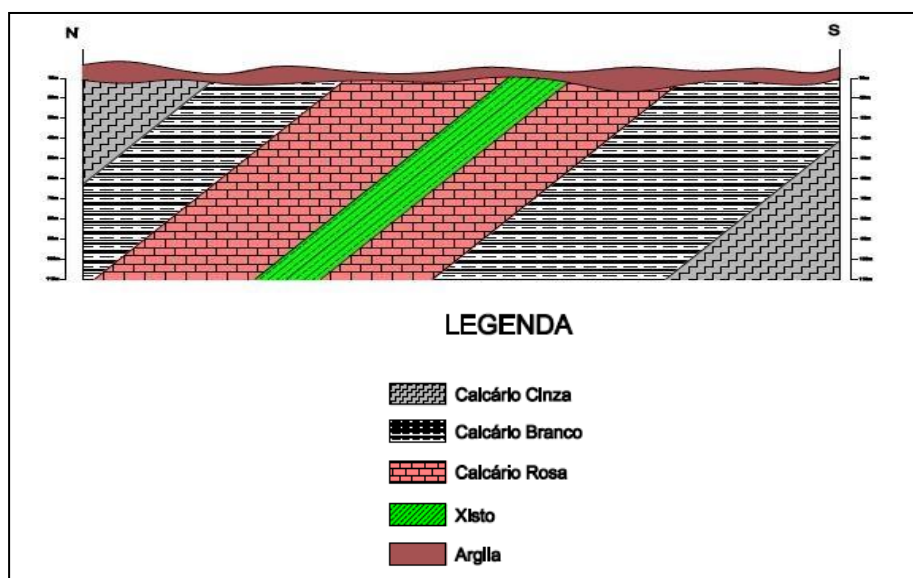
Fonte: autoria própria

Figura 23 - Transição entre os diferentes tipos de calcário na frente de lavra, da direita para a esquerda nota-se o calcário rosa, o calcário branco e o calcário cinza escuro em camadas com diferentes espessuras.



Fonte: autoria própria

Figura 24 - Transição entre os diferentes tipos de calcário na frente de lavra elaborada no AutoCad.



Fonte: Autoria própria

4.7 Caracterização geoquímica

A caracterização geoquímica foi baseada na análise de 6 amostras (CCE, CR, CB, CCX, MIX, MIP e MMP) coletadas na frente de lavra da Mina Corgão. As amostras foram analisadas por Fluorescência de Raio -X , Modelo Epsilon 3, Panalytical® (Figura 24). Dentre as litologias analisadas estão 4 amostras de calcário, 2 amostras de xisto e amostra do contato entre calcário branco e xisto. O resultado das análises indicou os seguintes resultados:

Figura 25 - Aparelho de Fluorescência de Raios-X, Modelo Epsilon 3, de propriedade da empresa J.D. Mito Mineração em que foram realizadas as análises.



Fonte: autoria própria

Tabela 4 - Resultados das análises geoquímicas do calcário da Mina Corgão.

Amostra	Data:	SiO ₂	CaO	MgO	PN
MIG / CALTINS	30/10/2015	36,09	13,97	14,71	61,48
MIM / CALTINS	30/10/2015	40,05	13,89	14,38	60,52
MIX / CALTINS	30/10/2015	40,95	14,44	14,49	61,79
CR / CALTINS	30/10/2015	4,78	30,06	16,93	95,78
CB / CALTINS	30/10/2015	4,20	32,23	17,18	100,29
CCE / CALTINS	30/10/2015	2,99	34,12	16,82	102,78
CONX / CALTINS	30/10/2015	7,28	29,64	16,61	94,26

Fonte: Autoria própria

É perceptível que o calcário cinza escuro apresenta os melhores teores de cálcio, enquanto que o calcário branco apresenta os melhores teores de magnésio. Nota-se os elevados teores de sílica nos mica-xistos, ressaltando o seu potencial como material contaminante do minério beneficiado.

4.8 Relação minério x contaminante x estéril

A rocha carbonática presente no sedimento da região não é aflorante, possui uma camada de espessura variável depositado sobre o corpo mineralizado, esse capeamento está na faixa de 15 a 20 metros sobrepondo o calcário. Geralmente a camada mais superficial é composta por Coberturas-Detrito-Lateríticas do Terciário-Quaternário (N3dl). Abaixo do material detrito-laterítico está a sequência siliclástica da Formação Piauí, composta por camadas de siltito e de argilito carbonático (Figura 25). Além do estéril superficial, também são encontradas diversas camadas de xisto cortando a sequência carbonática na direção SSW-NNE. Essas camadas superficiais de capeamento existente nas jazidas passam obrigatoriamente por um processo de remoção com maquinário pesado para liberar o acesso mais rápido às praças de trabalho e assim iniciar os trabalhos de desmonte de rocha.

Figura 26 - Detalhe da zona de contato entre o mica-xisto (escuro) e o calcário branco.



Fonte: autoria própria

Em Bandeirantes, a ocorrência de estéril é bastante comum, por se tratar de depósitos de rocha calcária que não são aflorantes, o aparecimento do estéril tem origem na evolução da paisagem geomorfológica. Na frente de lavra, os tipos de estéril em maior quantidade são a areia, argila, conglomerado e por último, o xisto. Esses materiais são removidos após o desmonte de rocha com auxílio de maquinários apropriados e depois descartados nas pilhas de rejeito para serem utilizados em outros locais da indústria. Muitas vezes esse estéril se mistura com o minério de interesse e é levado até a planta de processamento e, a após passar pelas etapas de britagem primária esse material é separado e encaminhado para a pilha de rejeito.

Figura 27 - Camada superior de estéril derivado de Coberturas-Detrito-Lateríticas do Terciário-Quaternário (N3dl).



Fonte: Autoria própria

Figura 28 - Camada de estéril derivado de arenitos da Formação Piauí que aparece sobreposta a camada de Coberturas-Detrito-Lateríticas do Terciário-Quaternário (N3dl).



Fonte: autoria própria

4.9 Produção e qualidade do calcário da Mina Corgão

A Mina tem capacidade instalada de 1,4 milhão de toneladas por ano de acordo com a produção dos moinhos instalados na planta de beneficiamento.

A jazida de calcário apresenta com teores de cálcio, dolomita, magnésio, sílica e aragonita, e no corpo mineralizador contem a presença de elementos contaminantes, que é o caso dos mica-xistos. Por se tratar de um depósito mineral que não é aflorante, para a realização da extração do calcário é feito a retirada da camada de capeamento formado por areia, argila e conglomerado que esta em uma faixa de 15 metros acima da reserva mineral. A especificação do calcário na jazida é predominantemente dolomítico, devido o percentual de teor de magnésio entre 10 a 12 % em sua composição. O calcário dolomítico dessa região é explorado abastecer o setor agrícola, já que esse tipo de calcário produzido tem sua aplicação em correção da acidez do solo, comercializado para o próprio estado e para os estados do Maranhão, Mato Grosso, Pará, Bahia e Piauí. A qualidade de um calcário para correção agrícola se define a partir de duas características básicas, a composição química da rocha e a composição física do pó (granulometria). A classificação do

calcário foi realizada através de estudos feito pelas empresas Caltins e Supercal, foram executados sondagens e coleta de amostras. para a verificação do teor dos constituintes mineralógicos existentes na reserva de calcário local. De acordo com informações obtidas no Ministério da Agricultura, os parametros para caracterizar o calcário dolomítico como corretivo agrícola são:

- a) Soma dos Oxidos: A soma de CaO + MgO deve ser > 38,0%
- b) Poder de Neutralização (PN): Deve ser \geq 67%
- c) Granulometria: Para se obter o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) é analisada a granulometria do pó. Quanto mais fino for moída a rocha, maior será o PRNT.

Passante 100% na # 2,00 mm = peneira ABNT 10 (tolerância 5%)

Passante 70% na # 0,84 mm = peneira ABNT 20

Passante 50% na # 0,30 mm = peneira ABNT 50

- d) Qualidade: O Ministério da Agricultura define as seguintes qualidades de calcário para corretivo agrícola.

- Faixa "A": até 60,0% de PRNT

- Faixa "B" : de 60,1 % a 75,0% e PRNT

- Faixa "C" : de 75,1% a 90,1% de PRNT

A diferença entre PN e o PRNT vem a ser o poder residual de correção, já que ao longo do tempo, após a dissolução dos grânulos maiores, o PRNT efetivo atinge o valor do PN.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O calcário de Bandeirantes apresenta características típicas de outros calcários encontrados no Tocantins, como é caso das jazidas de Xambioá, Couto Magalhães e Lagoa da Confusão. Esse conjunto de ocorrências está vinculado ao Cinturão Paraguai-Araguaia em que a evolução tectono-estratigráfica regional, fez com que o Grupo Baixo Araguaia tenha sido depositado inicialmente em ambiente continental a litorâneo, admitido para a Formação Morro do Campo e para parte da Formação Couto Magalhães (conglomerados, arcóseos e arenitos), gradando para um ambiente marinho raso com planícies carbonáticas (formações Xambioá e Pequizeiro) até atingir um ambiente marinho profundo (pelitos e carbonatos da Formação Couto Magalhães) (PLGB-CPRM, 1994).

A principal diferença entre os calcários da Fm. Couto Magalhães e Fm. Xambioá, é que este último apresenta uma camada de micaxisto espessa cortando a sequência carbonática. A ocorrência das camadas de micaxisto não é encontrada na Fm. Couto Magalhães

Os contaminantes de xisto representam o principal empecilho na lavra desse calcário, muito embora o padrão de ocorrência em Bandeirantes seja prático de manusear devido a ocorrência ser concentrada somente em uma parte da lavra e em uma direção específica. O padrão de mergulho do calcário também é um fator a mais para ser levado em conta no planejamento da mina. A maior parte das frentes de lavra estão posicionadas na direção SSW, justamente para ficar no sentido contrário ao mergulho de direção e evitar problemas com instabilidade das frentes. Foram observados diversas famílias de juntas, porém não foi realizada a medição de nenhuma delas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho observou-se a caracterização do calcário na área da Mina Corgão, em Bandeirantes -TO através de levantamento bibliográfico e em campo e estudo realizado na empresa responsável pela mina, foi observado durante a realização desse trabalho de conclusão de curso que a reserva de calcário no estado do Tocantins é em grande escala, mesmo com os diversos modos da aplicação da produção final do calcário, a região estudada predomina a produção do calcário rico para o uso da correção da acidez no solo.

A área de escolha da realização desse estudo tem sua reserva de calcário ampla e há muito que ser extraído e comercializado devida a quantidade de teor predominante, o município de Bandeirantes tem boa parte da população inserida do mercado de trabalho direta e indiretamente na produção do calcário que constitui a região. O calcário produzido pelas duas mineradoras que operam o processo da lavra no local, sendo uma delas locada na Mina Corgão comercializa o produto para outros estados e de certa forma isso enriquece a economia dos estados e gera fonte de pesquisa para abertura de mais minas no que desenvolve o município como um todo.

Desenvolver esse trabalho foi complexo devido às dificuldades para obter acervos bibliográficos que descrevem a geologia de forma detalhada e a caracterização da jazida de calcário desta região. Espera-se que as referências apresentadas e a pesquisa realizada em campo na mineradora instalada no município, auxiliem posteriores projetos que permitam desenvolver estudos mais profundos sobre a substância de uma das maiores reservas no estado do Tocantins, possibilitando a utilização do calcário em diversos campos que dependem dos teores de elementos contidos nele.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCEIÇÃO. **Dobramentos modernos e antigos**. Disponível em: <<http://geoconceicao.blogspot.com.br/2012/08/cadeias-orogenicas-ou-dobramentos.html>>. Acesso em: 05 out. 2015.

CPRM. **Mapas-índices**. Disponível em: <http://geobank.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.website.mapas?p_webmap=N>. Acesso em: 26 set. 2015.

DNPM. **SIGMINE**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine>>. Acesso em: 06 out. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Diretoria de geociências, 2007. **Carta Geológica do Estado do Tocantins**, Escala 1:1.000.000, IBGE, 2007.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Freitas (Ed.). **Rochas e Minerais Industriais**: Usos e Especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. 726 p.

MACHADO, Fabio Braz et al. **Atlas de Rochas**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/index.html>>. Acesso em: 05 out. 2015.

MAPA. **Tocantins**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/indicacao-geografica/produtos-potenciais/Tocantins>>. Acesso em: 02 out. 2015.

MME. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2015.

Projeto levantamentos geológicos básicos / CPRM, 1994. **Folha Conceição do Araguaia / SC.22-X.B / Escala 1:250.000 / Serviço Geológico do Brasil - PLGB-CPRM / 1994**.

SANTOS, Altair (Ed.). **Para cada tipo de concreto, um tipo de brita**. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/para-cada-tipo-de-concreto-um-tipo-de-brita/>>. Acesso em: 03 out. 2015.

SCHOBENHAUS, Carlos; QUEIROZ, Emanuel Teixeira de; COELHO, Carlos Eduardo Silva (Org.). **Principais Depósitos Minerais do Brasil**. Brasília: DNPM/CRPM, 1997.

SEPLAN. **Mapas**. Disponível em: <<http://seplan.to.gov.br/zonamento/mapas/>>. Acesso em: 04 out. 2015.

SILVA, José Otávio da. **Perfil do Calcário**. 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P27_RT38_Perfil_do_Calcxrio.pdf/461b5021-2a80-4b1c-9c90-5ebfc243fb50>. Acesso em: 03 out. 2015.

VOTORANTIM. **Processo de fabricação do cimento.** Disponível em:
<[http://www.votorantimcimentos.com.br/htmls-
ptb/Produtos/Cimento_procFabricacao.html](http://www.votorantimcimentos.com.br/htmls-ptb/Produtos/Cimento_procFabricacao.html)>. Acesso em: 06 out. 2015.