



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



MONOGRAFIA DO TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO

CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL PELÍTICO UTILIZADO PARA FINS
TERAPÊUTICOS, COSMÉTICOS E DE HIGIENE PESSOAL NO VALE DO CAPÃO,
CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA

Beatriz Coura Nardy

Ouro Preto, Janeiro de 2018

**CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL PELÍTICO UTILIZADO
PARA FINS TERAPÊUTICOS, COSMÉTICOS E DE HIGIENE
PESSOAL NO VALE DO CAPÃO, CHAPADA DIAMANTINA,
BAHIA**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Dr.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Dr. Luís Antônio Rosa Seixas

MONOGRAFIA

Nº 263

CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL PELÍTICO UTILIZADO PARA FINS TERAPÊUTICOS, COSMÉTICOS E DE HIGIENE PESSOAL NO VALE DO CAPÃO, CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA

Beatriz Coura Nardy

Orientadora

Profª Drª Adivane Terezinha Costa

Coorientador

Prof. Drº. Fábio Soares Oliveira

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 400, ano 2017/2.

OURO PRETO

2018

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Revisão geral: Beatriz Coura Nardy

Catálogo elaborado pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do
Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

N224C Nardy, Beatriz Coura.

Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene pessoal no Vale do Capão, Chapada Diamantina, Bahia [manuscrito] / Beatriz Coura Nardy. - 2018.

83f.: il.: color; graf; mapas.

Orientador: Profa. Dra. Adivane Terezinha Costa.

Coorientador: Prof. Dr. Fabio Soares Oliveira.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia.

1. Geologia médica. 2. Medicina alternativa - Geoterapia. 3. Minerais de argila. I. Costa, Adivane Terezinha. II. Oliveira, Fabio Soares. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 551:614.87

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

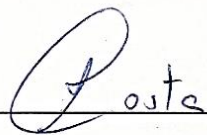
TÍTULO: CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL PELÍTICO UTILIZADO PARA FINS TERAPÊUTICOS, COSMÉTICOS E DE HIGIENE PESSOAL NO VALE DO CAPÃO, CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA

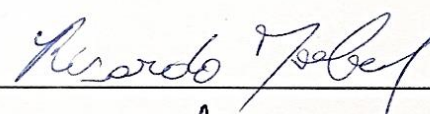
AUTORA: Beatriz Coura Nardy

ORIENTADORA: Adivane Terezinha Costa

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^ª. Dr.^a. Adivane Terezinha Costa  DEGEO/UFOP

Prof. Dr. Ricardo Moebus  DEMED/UFOP

Ms. Ana Carolina Campos Mateus  DEGEO/UFOP

Ouro Preto, 31 / 01 / 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por terem me dado asas para voar: à minha mãe pela confiança e por ser meu exemplo de mulher guerreira; ao meu pai por me mostrar que a beleza está na simplicidade. À minha irmã, presente de Deus, por me ensinar mais sobre mim mesmo do que qualquer outra pessoa. Aos meus avós Maria Helena, Zé, Ana e Bibi pelo carinho e orações. Ao Fê, por todo o amor e pela ajuda do começo ao fim desse trabalho.

À Adivane, pela amizade e orientação na vida acadêmica, pessoal e espiritual. Obrigada por toda empatia, apoio e confiança desde o começo deste projeto.

Ao PET, por abrir portas e mostrar o lado humano da Geologia.

Aos moradores do Vale do Capão e da Comunidade Campina, especialmente Dr. Áureo Augusto e Alberto, pelas conversas, informações e conhecimentos transmitidos. Ao Joás, por nos acolher e inspirar com sua energia contagiante.

Ao Fábio, pelas dicas fundamentais para a construção do artigo. Ao Ricardo, pelo jeito único com que me apresentou a um pedacinho do mundo da Medicina. À Carol, por toda ajuda com as análises laboratoriais.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivos Específicos e Metas:.....	3
1.4 JUSTIFICATIVA	3
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	4
1.5.1 Revisão bibliográfica.....	4
1.5.2 Trabalho de Campo: Entrevistas e Coleta de Amostras	4
1.5.3 Preparação e Análises laboratoriais	5
1.5.4 Interpretação dos resultados	6
CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 GEOLOGIA MÉDICA	7
2.2 O USO TERAPÊUTICO DE ARGILOMINERAIS	9
2.2.1 Propriedades dos argilominerais relevantes para seu uso terapêutico, cosmético e para higiene pessoal.....	10
2.2.2 O uso de argilominerais em formulações farmacêuticas, cosméticos e produtos de higiene pessoal.....	13
2.2.3 O uso de argilominerais em Práticas Integrativas e Complementares de Saúde	14
CAPÍTULO 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3.1 GEOLOGIA	19
3.1.1 Estratigrafia	20
3.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	22
3.2.1 Geomorfologia e Relevo.....	22
3.2.2 Hidrografia	24
3.2.3 Clima	24
3.2.4 Vegetação	25
3.2.5 Solos	26
CAPÍTULO 4. PHYSICOCHEMICAL, MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF PELITIC RAW MATERIALS USED FOR HEALING AND COSMETIC PURPOSE IN CAPÃO VALLEY, BAHIA, BRAZIL	29
4.1 INTRODUCTION	29
4.2 MATERIALS AND METHODS	31
4.3 RESULTS	33
4.3.1 Physical and physicochemical characterization.....	33

4.3.2 Mineralogical and geochemical characterization.....	34
4.4DISCUSSIONS.....	37
4.5CONCLUSIONS.....	41
CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO 1	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de localização da área de estudo.....	2
Figura 2.1: Caminhos pelos quais os elementos traço entram no corpo humano. Adaptado de Selinus (2004).....	8
Figura 2.2: Os benefícios e malefícios a saúde de elementos essenciais e não essenciais, em função da dosagem, de acordo com Cortecchi (2006).....	8
Figura 2.3: Sabonetes confeccionados pela Comunidade Campina com material coletado nos pontos HY4 e HW3 (vide anexo 1). O material pelítico utilizado corresponde a 70% da composição dos sabonetes.	14
Figura 2.4: “Argila amarela” vendida para aplicação de cataplasmas ou máscaras faciais.	14
Figura 2.5: Produtos confeccionados com material pelítico da região do Vale do Capão, vendidos no mercado do centro do distrito de Caeté-Açu.	14
Figura 2.6: Shampoo contendo "argila branca" em sua composição.	14
Figura 2.7: Pessoas em tratamento no centro Jungborn, 1896. Fonte: Sousa <i>et al.</i> (2013).....	15
Figura 3.1: Localização da área de estudo (em vermelho) no Cráton São Francisco. Modificado de Alkmin <i>et al.</i> (1993).....	19
Figura 3.2: Coluna estratigráfica da área de estudo. Modificado de Alkmin & Martins-Neto (2012). 21	
Figura 3.3: Coluna estratigráfica do Grupo Paraguaçu, com divisão entre a porção mais pelítica e mais arenítica (Sousa <i>et al.</i> , 2015).	22
Figura 3.4: Contexto geomorfológico regional. Fonte: Laureano (1998).	23
Figura 3.5: Vista para o Vale do Capão, onde pode-se observar a mudança na vegetação de acordo com a geomorfologia. Fotografia com visada para sul, tirada do ponto HW3/HY2.	24
Figura 3.6: Área da Bacia do Paraguaçu com destaque para os municípios pertencentes ao Alto Paraguaçu. O Vale do Capão, objeto de estudo, pertence ao município de Palmeiras. Fonte: SEMA/BA & CI-Brasil (2016).	25
Figure 4.1: Soil profiles of the sampling sites RR1, RY2, HW3, HY4, RW5.	31
Figure 4.2: Particle size distribution for bulk sample (right) and clay fraction (left).	34
Figure 4.3: XRD patterns which show the mineralogical composition of the studied samples: RR1, RY2, RW5, PW6, HW3, HY2.	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Série de peneiras padrão.....	5
Tabela 2.1: Tratamentos terapêuticos de acordo com cada tipo de argila (Toyoki e Oliveira, 2015)..	11
Table 4.1: Sample identification.	32
Table 4.2: Data on physicochemical and geochemical properties.....	36
Table 4.4: Allowed trace elements limit for oral use and topical application and the respective maximum values measured in the present study	39

Resumo

O uso de material pelítico para o tratamento de patologias de pele, musculares e ósseas, além de sua aplicação para cosmético e/ou higiene pessoal, está presente nas escrituras das mais antigas civilizações. Essas práticas, atualmente englobadas pelo conceito de Práticas Integrativas e Complementares de Saúde (PICS), vêm recebendo o reconhecimento de profissionais de saúde e despertando um crescente interesse na comunidade científica e na população em geral. No Vale do Capão, famoso destino turístico da Chapada Diamantina e referência regional em PICS, materiais pelíticos são tradicionalmente usados para tratamentos de saúde tanto pela população quanto na Unidade Básica de Saúde (UBS) do distrito de Caeté-Açu. Além disso, esses materiais são também usados para a produção de cosméticos, movimentando a economia local. No entanto, apesar da UBS dar orientações acerca da coleta e aplicações, não há nenhum estudo que avalie as propriedades do material utilizado, sendo a escolha e uso do mesmo baseados puramente no conhecimento empírico da população. Dessa forma, com base em parâmetros físicos, físico-químicos, mineralógicos e geoquímicos, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as possíveis propriedades que tenham levado à utilização de tais materiais para fins medicinais, cosméticos e de higiene pessoal. Sendo assim, as amostras foram coletadas seguindo uma abordagem etnopedológica e foram feitas análises de Difração de Raios-X (XRD), Fluorescência de Raios-X (XRF) e Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES) afim de avaliar a composição mineralógica e geoquímica das amostras. Foram ainda realizadas análises de pH e distribuição granulométrica. A maioria das amostras possuem textura franco siltosa. A assembleia mineralógica e composição geoquímica apresenta pouca variação entre as amostras, que possuem caulinita como principal argilomineral e a concentração de elementos tóxicos como Cd, Pb, As, Co, V, Ni, Li, Mo e Cu não apresenta risco em aplicações tópicas. Além disso, as amostras possuem pH relativamente ácido e são carregadas negativamente, o que contribui para suas propriedades desintoxicantes. Sendo assim, baseando-se nos parâmetros analisados, as amostras apresentam grande potencial para aplicações externas, principalmente após separação da fração silte-argila.

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

De forma empírica, desde a antiguidade o ser humano vem acumulando conhecimento sobre os benefícios e riscos à saúde oriundos de sua interação com recursos geológicos, como água, poeira, lama, areia, argilominerais e argila. Relatos de tratamentos de saúde através da utilização de “terras medicinais”, majoritariamente constituídas por argilominerais, estão presentes em escrituras das mais antigas civilizações, como a Mesopotâmia, China Antiga, Egito Antigo e Grécia Antiga (Carretero, 2002; Carretero *et al.*, 2006; Gomes & Silva, 2007; Gomes, 2017). Hoje em dia, o uso de argilominerais para fins terapêuticos e estéticos continua ocorrendo ao redor do mundo, seja pela preservação de tradições culturais nativas, em formulações farmacêuticas ou através de práticas integrativas de saúde (Carretero, 2002).

O ramo da geologia aliado à saúde é chamado de Geologia Médica, e estuda a influência dos materiais e processos geológicos na saúde pública. O estudo de recursos geológicos como materiais curativos vem sendo realizado, notavelmente, pela Universidade de Aveiro em Portugal e pela Universidade de Sevilla na Espanha, onde foi mostrado que propriedades específicas dos minerais, como composição química, tamanho dos cristais, hábito, dureza, superfície específica e capacidade de troca catiônica, são relevantes para justificar os efeitos positivos de minerais na saúde humana (Carretero, 2002; Carretero *et al.*, 2006; Carretero & Pozo, 2010; Gomes, 2013; Gomes & Silva, 2007). Na área da saúde, Práticas Integrativas e Complementares de Saúde (PICS) utilizam diretamente argilominerais para fins curativos através de aplicações externas e/ou ingestão, sendo estes usos conhecidos como Geoterapia e Geofagia, respectivamente.

Pertencente ao domínio fisiográfico da Chapada Diamantina, o distrito de Caeté-Açu está localizado no interior Bahiano, na porção central do cráton São Francisco, sendo a extremidade setentrional da Serra do Espinhaço. A área de estudo está dentro do domínio do Grupo Paraguaçu, Supergrupo Espinhaço, que teve sua formação ligada à atuação de sistemas deposicionais desérticos e marinho rasos, sendo composto principalmente por pelitos e arenitos, originando espessas camadas de solo rico em materiais pelíticos.

O distrito de Caeté-Açu é referência regional no que se diz respeito às PICS, estando estas fortemente presentes na Unidade Básica de Saúde (UBS) do distrito há mais de 10 anos, onde, devido à abundância em material pelítico, a geoterapia é uma das práticas integrativas que mais se destaca. Os materiais pelíticos da região são conhecidos tradicionalmente por suas propriedades terapêuticas, sendo utilizados fora da UBS há mais 30 anos pela população local para fins medicinais, cosméticos e de

higiene pessoal. Atualmente, os mesmos movimentam também a economia local, sendo utilizados em inúmeros centros para tratamentos estéticos (geoterapia), e por pequenos produtores locais que os utilizam como base para confecção de sabonetes, xampus, máscaras faciais, dentre outros.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo encontra-se na região central do estado da Bahia, no distrito de Caeté-Açu, localizado no Vale do Capão (**Figura 1.1**). A região é limitada pelos meridianos 12°00' - 12°30'S, 41°30' - 42°00'W, estando inserida na folha topográfica SD.24-V-A-I, elaborada pelo IBGE na escala 1:100.000.

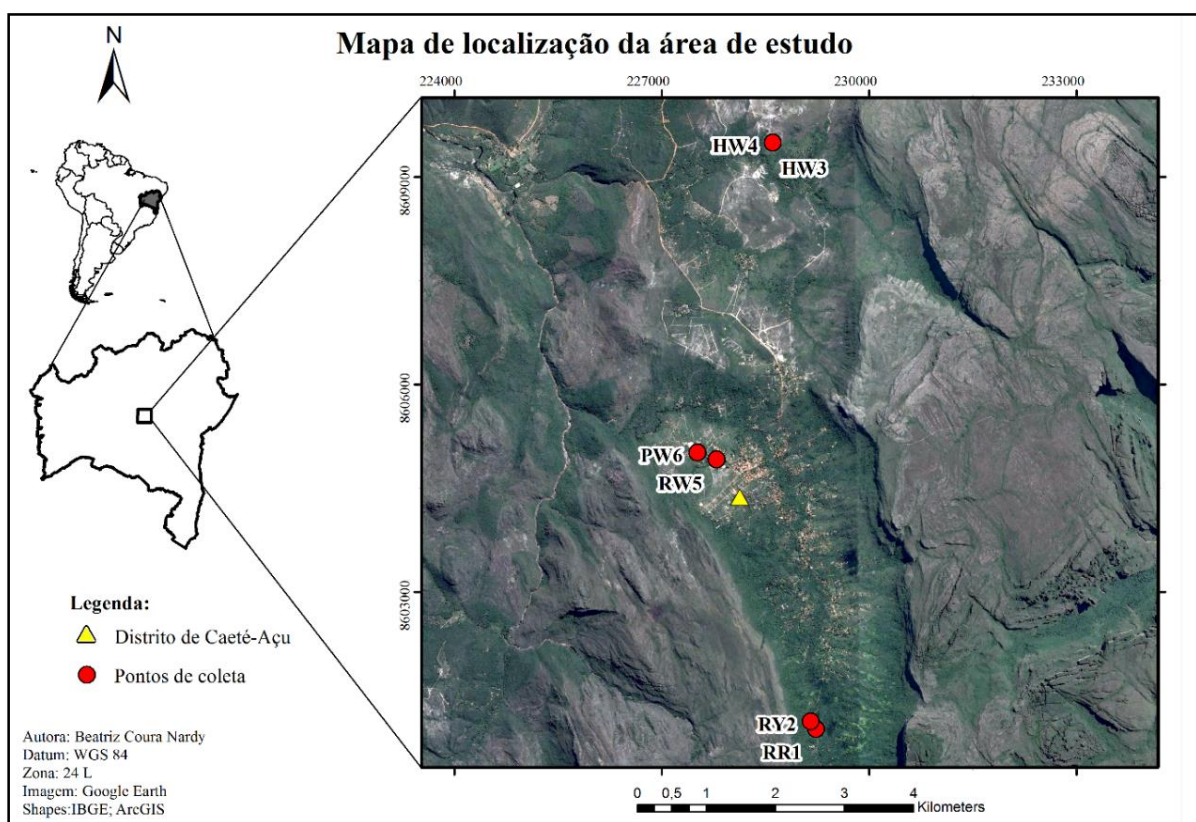


Figura 1.1: Mapa de localização da área de estudo.

A região posiciona-se a cerca de 1264 km de Ouro Preto e o acesso à mesma é realizado através das rodovias BR-356 (Rodovia dos Inconfidentes), em direção à Belo Horizonte, devendo-se entrar na BR-040, em direção à Brasília, até o trevo de Curvelo, onde se segue para norte pela BR-135 até a cidade de Montes Claros. Posteriormente, toma-se a BR-122 no sentido a Guanambi, onde se segue para nordeste pela BR-030 até Caetité, devendo-se então seguir na BR-430 sentido Igaporã, por 35Km, até a entrada da BA-156 sentido Tanque Novo. Continua-se por cerca de 98Km até a entrada para BA-152 sentido Ibiajara, e por mais 107Km até o trevo com a BR-242 em Lagoa do Dionísio. No trevo pega-se

a saída leste sentido Seabra e prossegue-se por mais 79Km até o trevo para Palmeiras. Deve-se então pegar a BA-849 por cerca de 32km até Caeté-Açu. Além disso, várias estradas vicinais que interligam as localidades, distritos, vilas e fazendas completam o sistema viário da região.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é caracterizar os materiais utilizados no Vale do Capão para fins medicinais, cosméticos e de higiene pessoal através de algumas propriedades geoquímicas, mineralógicas, físicas e físico-químicas que são relevantes para estes usos.

1.3.1 Objetivos Específicos e Metas:

- Levantamento e compilação de dados acerca dos estudos envolvendo a Geologia Médica e a utilização de materiais pelíticos para tratamentos de saúde e/ou para produção de cosméticos e produtos de higiene pessoal.
- Caracterização dos solos através de amostragem e levantamento de perfis de solo nos pontos utilizados pela população para coleta de material, sendo que os resultados podem servir como base para prospecção de materiais semelhantes em outras áreas.
- Avaliar propriedades granulométricas, geoquímicas, mineralógicas e físico-químicas do material de estudo com base em parâmetros pré-estabelecidos para aplicações terapêuticas e/ou cosmética.

1.4 JUSTIFICATIVA

O reconhecimento de que existe uma íntima relação entre o ambiente geológico e a saúde humana levou ao desenvolvimento da Geologia Médica. Porém, apesar de materiais pelíticos serem utilizados pelo ser humano há milênios para fins curativos e cosméticos, apenas nas últimas décadas pesquisas têm sido realizadas objetivando explicar cientificamente suas propriedades. No Vale do Capão, as Práticas Integrativas e a Saúde Pública caminham juntas há mais de uma década. No entanto, a coleta e aplicação do material amplamente utilizado pela população para fins curativos e cosméticos se baseia puramente no conhecimento empírico, acumulado ao longo dos anos com a prática, não havendo pesquisa científica sobre suas propriedades. Dessa forma, se faz necessário a realização de estudos a fim de compreender a natureza química, física e mineralógica do material utilizado na região, para que se tenha um melhor entendimento sobre suas propriedades terapêuticas assim como seus potenciais riscos à saúde.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste trabalho foi dividida basicamente em quatro etapas principais descritas a seguir.

1.5.1 Revisão bibliográfica

Foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da tipologia de argilominerais utilizados para fins medicinais, cosméticos e de higiene pessoal tanto na medicina convencional quanto em PICS, levando em conta sua caracterização mineralógica, geoquímica, física e físico-química. Ainda nessa etapa efetuou-se aquisição de informações geológicas da área estudo.

1.5.2 Trabalho de Campo: Entrevistas e Coleta de Amostras

A campanha de campo foi realizada do dia 19 a 28 de maio de 2017. Seguindo uma abordagem etnopedológica, foram realizadas entrevistas com a população local a fim de obter informações sobre os diferentes materiais usados na região, seus respectivos locais de coleta e principais aplicações. Entre os entrevistados estão inclusos o médico do distrito e produtores de cosméticos a base de argila.

A partir das entrevistas foram selecionados 5 pontos de amostragem. As amostras RR1, RY2 e RW5 foram coletadas em cortes de estrada e possuem coloração vermelha, amarela e branca respectivamente. As amostras HW3 e HY4 foram coletadas na encosta de uma trilha nos arredores do distrito e possuem coloração branca e amarela, respectivamente. Em cada ponto foi realizada a descrição do perfil de solo segundo a metodologia da Santos *et al.* (2013b) e, utilizando uma pá e sacos plásticos, foi amostrado aproximadamente 1 kg de material no horizonte pedológico utilizado pela população para este fim.

Além dos locais em cortes de estradas já pré-definidos, muitas vezes, a população realiza a coleta em poços ou fossas quando se inicia construções, a fim de evitar contaminações superficiais. Dessa forma, o ponto PW6 (cor branca) foi realizado em uma fossa de aproximadamente 3 m de profundidade feita no quintal de um morador local, onde, utilizando uma pá e sacos plásticos, foi amostrado 1 kg de material. Não foi possível, contudo, levantar o perfil de solo, uma vez que a fossa já havia sido fechada.

Em campo, os pontos foram georeferenciados com GPS Garmim 60 CSX e apresentados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator com DATUM World Geodetic System 1984. Uma relação dos pontos de coleta com as respectivas coordenadas é apresentada no Anexo 1.

1.5.3 Preparação e Análises laboratoriais

As amostras foram colocadas em bacias plásticas devidamente higienizadas e levadas para a secagem no laboratório de Sedimentologia da UFOP. A secagem foi feita em capela com lâmpadas de 200 W a fim de manter o aquecimento em torno de 40°, evitando a perda de elementos voláteis (Förstner, 2004).

Após secagem, a massa total foi anotada e as amostras foram desagregadas utilizando gral e pistilo de porcelana. Em seguida, foram homogeneizadas, quarteadas e divididas em alíquotas para a realização de diferentes análises.

A primeira alíquota, com aproximadamente 200g de material, foi peneirada em uma série de peneiras padrão (**Tabela 1.1**), agitadas mecanicamente durante 15 minutos. Cada fração foi pesada e colocada em sacos plásticos devidamente etiquetados. A fração abaixo de 65 µm foi utilizada para a realização das análises geoquímicas, mineralógicas e de medição de pH. A fração abaixo de 16# da segunda alíquota foi utilizada para análise de distribuição granulométrica. Todas as análises realizadas estão descritas detalhadamente abaixo.

Tabela 1.1: Série de peneiras padrão.

Mesh #	PENEIRAS	
	Milímetros (mm)	Micrômetros (µm)
9	2,000	-
16	1,000	-
32	0,500	500
60	0,250	250
115	0,125	125
250	0,063	62,5

1.5.3.1 Caracterização física e físico-química

- **Análise de distribuição granulométrica**

A análise de distribuição granulométrica principalmente das frações silte e argila foi realizada no Núcleo de Geotecnia (NUGEO) da UFOP, utilizando o granulômetro Mastersizer (2000), da Malvern Instruments Ltda.

- **Medidas de pH**

Seguindo a metodologia estabelecida pela EMBRAPA (1997) e por Van de Reeuwijk (2002), os valores de pH foram medidos no supernadante de uma solução 1:2,5 de solo:solvente. Foram utilizados dois solventes diferentes, sendo eles H₂O e KCl.

1.5.3.2 Caracterização mineralógica e geoquímica

- **Análise por Difração de Raios-X**

Cerca de 1g de cada amostra de granulometria abaixo de 0,063 mm foi encaminhada para a análise mineralógica por difração de raios-X no Laboratório de Difração de Raios-X no DEGEO/UFOP, utilizando o difratômetro Empyrean PANalytical, com radiação $\text{CuK}\alpha$. A leitura foi entre 2° e 70° (2θ), espaçamento de $0,02^\circ$ 2θ e contagem de $10''/\text{espaçamento}$. A análise de dados foi feita pelo *software* High Score X'Pert Plus, seguindo os padrões descritos por Brindley & Brown (1980).

- **Análise geoquímica via ICP-OES**

Para as análises químicas das amostras foi aplicado o método de digestão total utilizando uma mistura de três ácidos (HNO_3 , HCl e HF). Todos os procedimentos de abertura foram realizados em microondas da marca Milestone modelo ETHOS1. Os teores dos elementos maiores e traço foram medidos via Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES), marca Agiliente 725, em operação no Laboratório de Geoquímica (LGqA) do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto.

- **Análise geoquímica via FRX**

Para preparação das amostras foi utilizado 1 g de material, 0,6 g de fundente (Tetraborato de Lítio e Metaborato de Lítio em solução 1:1) e 0,09 g de Brometo de Lítio. A solução foi calcinada em mufla a 1000°C por 2 horas. Foi então realizada a leitura de elementos maiores através do Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X, marca Philips – PANalytical, modelo MagiX PW2404.

1.5.4 Interpretação dos resultados

Em uma última etapa foi realizada a interpretação das análises laboratoriais e dos dados obtidos em campo, que foram discutidos juntamente com a bibliografia referente. Para tal foram utilizados os *softwares* Microsoft Word, Microsoft Excel, ArcGIS 10.3, High Score X'Pert Plus e Origin Pro. A partir dos mesmos foram gerados mapas, gráficos, tabelas e por fim, foi confeccionado o presente trabalho.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GEOLOGIA MÉDICA

Ao longo dos anos o ser humano tem acumulado experiência sobre sua interação com o ambiente natural, sendo este composto por elementos químicos presentes em solos, minerais, rochas e água. No que se diz respeito à saúde humana, essa interação pode gerar consequências positivas ou negativas, que vêm sendo observadas desde o início da humanidade e compreendem o que é chamado de conhecimento empírico, ou medicina empírica, essencial à vida humana (Gomes & Silva, 2007).

No entanto, com a evolução do conhecimento científico e tecnológico, explicações racionais para essas interações se tornam necessárias. Dessa forma, progressivamente, a evolução do conhecimento no que se diz respeito à correlação entre saúde humana/animal e recursos geológicos, como minerais, solos e águas, tem se dado não só pela experiência empírica acumulada, mas também através de informações científicas oriundas de especialistas de áreas distintas, como geoquímica, mineralogia, química, biologia, bioquímica, farmácia, nutrição, medicina, dentre outros (Gomes & Silva, 2007; Carretero *et al.*, 2006).

Tais levantamentos são necessários uma vez que materiais geológicos presentes nas rochas, solos, água e no ar (em forma de material particulado) estão diariamente em contato com o corpo humano, sendo incorporado pelo mesmo em maior ou menor grau, dependendo das condições de exposição. Isso se dá principalmente pela ingestão, absorção ou inalação de elementos traços, que através da lixiviação das rochas são incorporados pelo solo e a água, bioacumulando em animais e plantas usados para o consumo humano (**Figura 2.1**) (Selinus, 2004).

Dependendo de suas propriedades químicas e físicas, certos minerais e elementos químicos são essenciais à saúde humana, como pode ser visto na figura 2.2, mas tanto a deficiência quanto o excesso dos mesmos pode desencadear doenças. Por um lado, tem-se, entre outras, doenças como silicose, fluorose e arsenicose causadas pela exposição excessiva a sílica, fluor e arsênio. Porém, por outro lado, problemas de saúde podem ser causados pela carência de elementos essenciais ao corpo humano, como calcio, fósforo, ferro, potássio, dentre outros (Gomes, 2013; Gomes *et al.*, 2009).

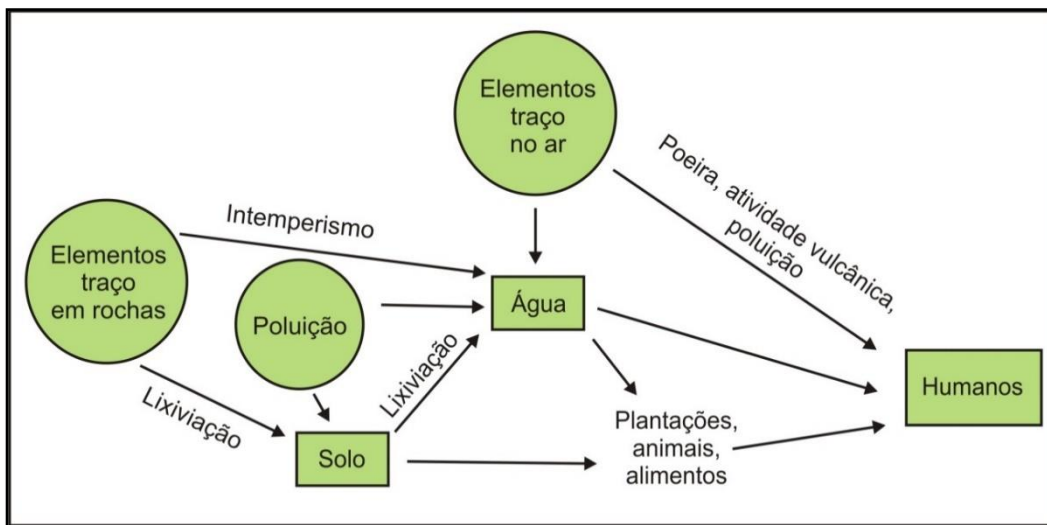


Figura 2.1: Caminhos pelos quais os elementos traço entram no corpo humano. Adaptado de Selinus (2004).

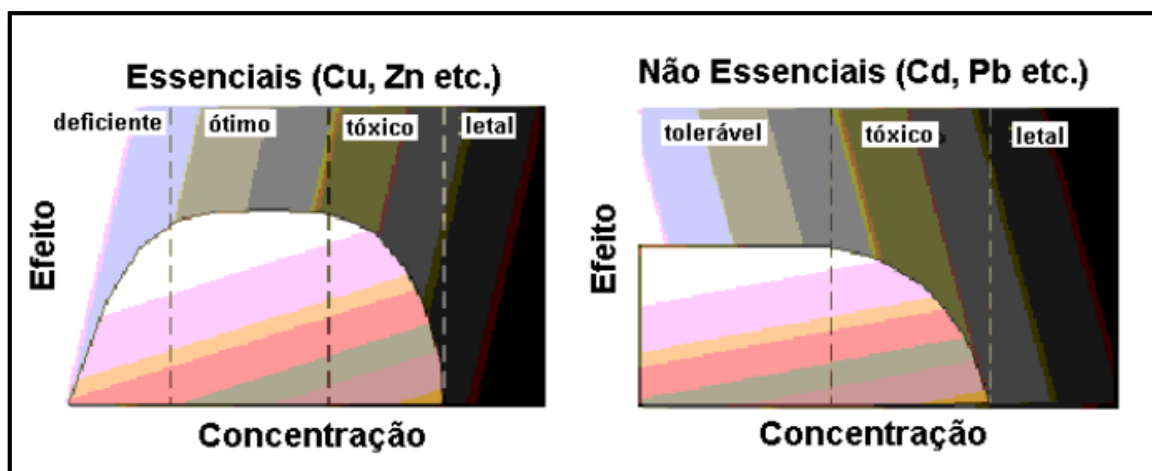


Figura 2.2: Os benefícios e malefícios a saúde de elementos essenciais e não essenciais, em função da dosagem, de acordo com Cortecchi (2006)

O reconhecimento de que existe uma íntima relação entre o ambiente geológico e a saúde humana e animal, levou ao desenvolvimento da Geologia Médica, um ramo relativamente novo da ciência. Segundo Finkelman *et al.* (2005), o termo Geomedicina – considerado por alguns autores como sinônimo de Geologia Médica - foi usado pela primeira vez em 1931 por Ziess, que a definiu como um ramo da medicina no qual métodos geográficos e cartográficos são utilizados para a apresentação de resultados da pesquisa médica. Mais recentemente, Selinus (2004) definiu Geologia Médica como a ciência que estuda a influência dos fatores geológicos relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais, procurando identificar e caracterizar as fontes naturais e antrópicas dessas doenças no ambiente. Porém, neste trabalho será utilizada uma definição mais abrangente e concisa

proposta por Gomes & Silva (2007), os quais definem Geologia Médica como o estudo do impacto dos materiais e processos geológicos na saúde pública.

O ramo da geologia aliada à saúde está em ampla expansão no Brasil e no mundo. Em 2004, visando atender aos interesses dessa ciência, foi criada a Associação Internacional de Geologia Médica (IMGA). A IMGA tem como principal objetivo o entendimento de problemas de saúde a partir da aplicação do conhecimento das geociências, visando elaboração de tratamentos e políticas públicas mais eficientes (Finkelman *et al.*, 2005). Segundo os mesmos autores, foram criados comitês e grupos de trabalho na América do Sul, Mediterrâneo, Ásia, América do Norte e África Subsaariana que publicam suas atividades no site www.medicalgeology.org.

Atualmente no Brasil a Geologia Médica está em pleno desenvolvimento pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) com o Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica (PGAGEM) elaborado por cerca de 230 pesquisadores de inúmeras instituições brasileiras. Seu objetivo principal é fornecer subsídios à saúde pública no Brasil com a execução de projetos de levantamento de geoquímica ambiental através da amostragem de água, solos e sedimentos fluviais e lacustres. Essas amostras são analisadas para identificação de elementos e compostos essenciais e/ou prejudiciais à ingestão humana e/ou animal. Caso sejam detectadas anomalias nocivas à população, seus efeitos serão avaliados por intermédio de diagnóstico clínico e de análises de laboratório (sangue, urina e cabelo) (Lins, 2002).

Entretanto, limitar-se aos estudos dos impactos negativos de certos elementos na saúde humana é negligenciar os efeitos benéficos oriundos da interação entre o ser humano, minerais e outros materiais geológicos (Gomes & Silva, 2007). O conhecimento empírico é inegável, uma vez que desde a antiguidade se tem registros sobre os efeitos positivos dos materiais geológicos na saúde humana, sendo argilominerais, argilas, lamas, areais e águas termais usadas até os dias de hoje como materiais curativos (Carretero, 2002; Gomes & Silva, 2007; Gomes *et al.*, 2009). Dessa forma, a Geologia Médica é um dos caminhos possíveis para se prover informações científicas necessárias sobre essa interação.

2.2 O USO TERAPÊUTICO DE ARGILOMINERAIS

Registros sobre o uso de minerais e “terras medicinais” para fins medicinais, como cicatrizante para machucados, para tratamento de doenças de pele e picadas de animais peçonhentos, estão presentes nas escrituras das mais antigas civilizações, como a Mesopotâmia (3000-2000 a.c.), China Antiga (2700 a.c.), Egito Antigo (1550 a.c.) e Grécia Antiga (500-300 a.c.) (Carretero, 2002; Carretero *et al.*, 2006; Gomes & Silva, 2007). Na Grécia Antiga, Hipócrates e Aristóteles classificaram diferentes tipos de terras medicinais, relatando não só o uso externo como também a ingestão das mesmas para fins terapêuticos e/ou religioso (Ferrell, 2008; Gomes & Silva, 2007).

Durante a Renascença ocorreram as primeiras classificações mineralógicas, concomitantemente com o surgimento das Farmacopeias, textos que classificavam, além de outras drogas, diferentes minerais para produção de medicamentos. Hoje em dia o uso de minerais, notavelmente argilominerais, para fins curativos continua sendo feito ao redor do mundo, seja em formulações farmacêuticas, como tradição cultural ou em PICS (Carretero, 2002; Carretero *et al.*, 2006; Ministério da Saúde, 2008). No entanto, apenas nas últimas décadas pesquisas têm sido feitas a fim de explicar cientificamente as propriedades, usos metodológicos, indicações e contraindicações de diferentes tipos de argilominerais para a saúde humana (Gomes & Silva, 2007).

2.2.1 Propriedades dos argilominerais relevantes para seu uso terapêutico, cosmético e para higiene pessoal

Estudos realizados por diversos autores (Carretero *et al.*, 2006; Droy-lefaix & Tateo, 2006; Gomes & Silva, 2007; Gomes *et al.*, 2009; Londono *et al.*, 2015; Tateo *et al.*, 2006; Williams *et al.*, 2008; Williams & Haydel, 2010) têm mostrado que a ação terapêutica dos argilominerais está principalmente relacionada à sua composição química e mineralógica, além das propriedades de adsorção, absorção, capacidade de troca catiônica, granulometria e área superficial específica.

As propriedades de absorção e adsorção dos argilominerais, diretamente relacionadas com sua capacidade de troca catiônica e área superficial específica, há muito já vêm sendo consideradas as forças motrizes que caracterizam seu uso curativo ou terapêutico. Enquanto a absorção corresponde a fixação de uma substância líquida ou gasosa no interior da massa de outra substância, geralmente sólida, a adsorção é a fixação das moléculas, geralmente de um fluxo líquido ou gasoso, na superfície de um sólido sem que as moléculas passem a fazer parte deste sólido (Williams & Haydel, 2010). Uma alta capacidade de adsorção permite que os argilominerais possam adsorver toxinas, impurezas, bactérias e vírus (Carretero & Pozo, 2010; Williams & Haydel, 2010). Além disso, a alta capacidade de troca catiônica pode constituir uma forma de compensar o organismo com fornecimento de alguns elementos químicos vitais e que estão presentes nos minerais tais como enxofre, fósforo, sódio, potássio, magnésio, ferro, cobre, zinco, iodo, e manganês (Selinus, 2004).

A maior concentração de argilominerais está presente na fração argila, que consiste de grãos muito finos de minerais com um diâmetro inferior a 2 μm e uma densidade aproximada de 2,65 g/cm³, como definida a lei de Stokes (Jackson, 1969; Rautureau *et al.*, 2017). Sendo assim, as argilas utilizadas para fins terapêuticos devem apresentar partículas com granulometria fina, alta capacidade de troca catiônica, alta capacidade de adsorção e absorção e área superficial específica elevada. Além disso, a argila deve ser maleável e apresentar sensação agradável quando aplicada diretamente sobre a pele (Gomes, 2013; Gomes & Silva, 2007). De acordo com Gomes *et al.* (2009), argilas utilizadas para fins terapêuticos podem ser classificadas em quatro grupos principais:

- argilas verdes: ricas em esmectita (2:1), contendo Fe^{2+} dioctaédrico, pH alcalino, carga elétrica intermediária, área superficial específica elevada
- argilas ricas em ilita: brancas, esbranquiçadas ou verde, alta carga elétrica, valores intermediários para área superficial específica, alta capacidade de troca catiônica e alta capacidade de adsorção;
- argilas ricas em caulinita (1:1): brancas, baixa carga elétrica e baixa capacidade de adsorção em comparação às argilas 2:1;
- argilas fibrosas: compostas principalmente por paligorsquita ou sepiolita, de cor branca ou esbranquiçada, com baixa carga elétrica, área superficial específica elevada, capacidade de troca catiônica intermediária e alta capacidade de absorção;

No entanto, deve-se levar em conta que em muitos locais esses materiais são utilizados baseado exclusivamente no conhecimento empírico da população, sendo que dificilmente são realizadas análises laboratoriais para avaliação de sua composição, propriedades físico-químicas e granulometria. Dessa forma, apesar de serem chamados de argilas pela comunidade local, muito frequentemente estes materiais são compostos de frações mais grossas, como silte e areia fina. Além disso, a cor é a principal característica para diferenciação entre os mesmos.

As cores de argilas mais utilizadas são branca, amarela, vermelha, verde e preta, sendo que a coloração das mesmas está diretamente relacionada à sua composição mineralógica e geoquímica. Toyoki & Oliveira (2015) apresentam em seu trabalho uma compilação de dados, onde, separando as argilas por cores, apontam seus principais propósitos terapêuticos de acordo com diversos autores, como mostrado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Tratamentos terapêuticos de acordo com cada tipo de argila (Toyoki & Oliveira, 2015)

AUTOR/ANO	TÍTULO DO ARTIGO	RESULTADOS	ARGILA
Gopinath <i>et al.</i> (2003)	Estudo comparativo da composição química e as variedades de argilas bentoníticas da região de Boa Vista.	Melhora a corrente sanguínea.	VERMELHA
Sampaio (2008)	Manganês: comunicação técnica elaborada para o livro rochas minerais industriais: usos e especificações.	Auxilia no descongestionamento de mucosas.	
Stariolo (2009)	Introdução a Física da Matéria Condensada.	Contra-indicado em pessoas com inflamação, febre, hipertensão ou muito stress, pois essa cor irá aumentar o fluxo sanguíneo.	
Periodico de documentação	Vida Estética.	Indicada para quem pretende combater o envelhecimento precoce. Sua formula tem efeito remineralizante e iluminador	AMARELA

profissional em estética (2004)		para a pele. Nutre, hidrata, tonifica, elimina resíduos impuros. Indicada para tonificar a pele após exposição solar. Elimina as manchas causadas pela forma de estar ao sol.	
Peretto (1999)	Argila: um santo remédio e outros remédios compatíveis.	Auxilia na melhora da circulação sanguínea promovendo a remoção de toxinas.	
Medeiros (2007)	Geoterapia: teorias e mecanismos de ação: um manual teórico-prático.	Descongestionante e muito utilizada na massagem desintoxicante para que o sistema linfático esteja sempre em equilíbrio.	
Cladino (2010)	Argila medicinal: propriedades benefícios e uso na saúde e estética.	Utilizada como um esfoliante suave.	VERDE
Vila y companya (2000)	Manual de geoterapia aplicada.	Ação emoliente.	
Hauck (2011)	Curso de Geoterapia Estética e Atualização em Geoterapia.	Uso recomendado em peles acneicas, pois sua composição permite o controle da oleosidade da pele.	
Hauck (2011)	Curso de Geoterapia Estética e Atualização em Geoterapia.	Promove efeitos eficazes na suavização de rugas, linhas de expressão e manchas causadas pela exposição excessiva ao sol.	BRANCA
Medeiros (2013)	O poder da argila medicinal: princípios teóricos, procedimentos terapêuticos e relatos de experiências clínicas.	Nutre a pele tendo efeito depurativo, higienizante, descongestionante, tensor suave e revitalizante.	
Claudino (2010)	Argila medicinal: propriedades benefícios e uso na saúde e estética.	É mais indicada para esfoliação facial por conter grânulos irregulares e arredondados.	ROSA
Medeiros (2013)	O poder da argila medicinal: princípios teóricos, procedimentos terapêuticos e relatos de experiências clínicas.	Tem propriedades que tonificam a pele. Promovem maior elasticidade, realçando o brilho da pele e maciez. Emoliente. Antioxidante. Relaxante.	

2.2.2 O uso de argilominerais em formulações farmacêuticas, cosméticos e produtos de higiene pessoal

Segundo Carretero (2002), certos tipos de argilominerais, principalmente caulinita, talco e esmectitas, são usadas como princípio ativo ou excipiente em formulações farmacêuticas tanto para uso oral quanto para uso externo.

O uso oral de argilominerais dentro da medicina alopática é feito através de pílulas, pós ou emulsões, servindo como protetores gastrointestinais, anti-diarréicos ou laxativos. Como exemplo tem-se a caulinita e paligorsquita, que são usadas para tratamentos de afecções gastrointestinais devido a sua elevada capacidade de adsorção e grande superfície de contato (Carretero, 2002; Gomes & Silva, 2007). Comercialmente, tem-se nos Estados Unidos a Na-Beidelita, vendida como Beilelix, usada como laxativo. Tanto nos Estados Unidos como na Europa, alguns fármacos anti-diarréicos contém mais de 70% de paligorsquita e caulinita (Gomes *et al.*, 2009).

Em se tratando de usos externos, esses argilominerais são geralmente aplicados na forma de cataplasmas ou banhos para o tratamento de afecções dermatológicas, como psoríases, acne e seborréia, assim como para tratar inflamações, como artrite, tendinite e reumatismo (Carretero, 2002; Carretero *et al.*, 2006; Sousa *et al.*, 2013).

Além disso, o uso de argilominerais em cosméticos e *spas* é amplamente conhecido. A alta capacidade de absorção e adsorção, a capacidade de troca catiônica, assim como a granulometria extremamente fina são as principais características responsáveis pelo uso de argilominerais para remoção de oleosidade, secreções e toxinas da pele. Através da absorção e adsorção de impurezas, os mesmos atuam no sentido de limpar, esfoliar e remover manchas superficiais da pele. Atualmente, são usadas como princípio ativo ou excipiente em protetores solares, esfoliantes para limpeza de pele, sabonetes, xampus, produtos de maquiagem, cremes faciais, dentre outros (Carretero, 2002; Carretero *et al.*, 2006; Carretero & Pozo, 2010; Williams & Haydel, 2010).

No Vale do Capão, o material pelítico do presente trabalho é utilizado por produtores locais para produção de cosméticos e produtos de higiene pessoal como sabonetes e xampus além de serem vendidos em embalagens, geralmente após a cominuição dos grãos, para aplicação de máscaras faciais e cataplasmas, como apresentados nas figuras 2.3, 2.4, 2.5, 2.6.



Figura 2.3: Sabonetes confeccionados pela Comunidade Campina com material coletado nos pontos HY4 e HW3 (vide anexo 1). O material pelítico utilizado corresponde a 70% da composição dos sabonetes.



Figura 2.4: “Argila amarela” vendida para aplicação de cataplasmas ou máscaras faciais.



Figura 2.6: Shampoo contendo "argila branca" em sua composição.



Figura 2.5: Produtos confeccionados com material pelítico da região do Vale do Capão, vendidos no mercado do centro do distrito de Caeté-Açu.

2.2.3 O uso de argilominerais em Práticas Integrativas e Complementares de Saúde

Muito além das formulações farmacêuticas, tanto o uso externo quanto o consumo direto de argilominerais para fins medicinais ou espirituais estão presentes em diversas culturas ao redor do mundo, estando especialmente enraizada na tradição de inúmeros povos nativos (Ferrell, 2008; Williams *et al.*, 2008).

A mistura de um ou mais argilominerais com água e sua aplicação direta sobre a pele para o tratamento e cuidado da saúde é definida como geoterapia (Carretero, 2002). O naturopata Adolf Just (1859-1936) é considerado o pai da geoterapia moderna, e passou a utilizar argilominerais em seus

tratamentos após descobrir que o corpo humano é afetado pelo magnetismo terrestre, obtendo-se resultados positivos para a saúde a partir do contato direto com a terra (**Figura 2.7**) (Sousa *et al.*, 2013).



Figura 2.7: Pessoas em tratamento no centro Jungborn, 1896.
Fonte: Sousa *et al.*(2013).

Segundo o Ministério da Saúde (2017) a geoterapia é uma das técnicas comumente usadas na naturopatia, que entende a doença como um processo, promovendo a sua prevenção e tratamento através de métodos e recursos naturais, estimulando a capacidade intrínseca do corpo de recuperar a saúde. A naturopatia faz parte das Práticas Integrativas e Complementares de Saúde (PICS), que englobam métodos que utilizam elementos de origem natural ou vegetal na prevenção de agravos, promoção, manutenção ou recuperação da saúde. Centram-se na integralidade do indivíduo, de forma que a atenção não se restringe à doença, tampouco nas manifestações clínicas locais, mas, no entendimento de que as moléstias que atingem este ser afetam a sua totalidade (Ministério da Saúde, 2017, 2008, 2006). No ano de 2006, foi publicada pela Portaria 971 a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), que passou a reconhecer oficialmente a importância dessas manifestações populares de saúde e incentivar o Sistema Único de Saúde (SUS) a oferecer algumas práticas integrativas, como a Medicina Tradicional Chinesa/Acupuntura, Homeopatia, Fitoterapia, Termalismo/Crenoterapia e a Medicina Antroposófica (Ministério da Saúde, 2008, 2006). Em março de 2017, através da Portaria nº145/2017, foram ampliados os procedimentos oferecidos pela Política no SUS, passando a incluir também os tratamentos naturopático, osteopático e quiropático, além de arteterapia, meditação e musicoterapia (Ministério da Saúde, 2017). Segundo o Ministério da Saúde, a implementação da PNPIC possui natureza política, técnica, econômica, social e cultural, uma vez que a mesma atende, sobretudo, “à necessidade de se conhecer, apoiar, incorporar e implementar experiências que já vêm sendo desenvolvidas na rede pública de muitos municípios e estados”.

O Vale do Capão é referência estadual no que se diz respeito às PICS, que fazem parte integral da Unidade Básica de Saúde (UBS) de distrito de Caeté-Açu a mais de 10 anos e possuem uma ampla aceitação por parte da população. Devido à abundância de material pelítico na região e respeitando os

costumes e tradições a muito enraizados, a geoterapia se destaca entre as PICS da UBS de Caeté-Açu. O médico local, Dr. Áureo Augusto, disponibiliza em seu “Manual de procedimentos naturistas” a forma recomendável para coleta de material assim como a técnica de aplicação a ser utilizada. Como explicitado no manual, “quanto mais argiloso (liguento ou gorduroso na linguagem popular) for o barro melhor”. Além disso, o material deve ser retirado de um lugar limpo e a parte superior (em torno de 3 palmos) retirada a fim de evitar contaminação superficial (Augusto, 2015). As aplicações são feitas em forma de cataplasmas (mistura do material coletado e água) locais e abdominais, com aproximadamente 1 cm de espessura e mantidos por no mínimo 4 horas. Em se tratando de pancadas, torções, ou picadas de animais peçonhentos, são feitas aplicações locais. Para casos de problemas digestivos, reumatismos e doenças sistêmicas são feitos cataplasmas abdominais e locais. Segundo o autor:

“Dentro da ideia naturista, o cataplasma de barro retira toxinas do corpo, além de ter um papel regenerador e anti-inflamatório. Como ele puxa as toxinas, e como estas são frequentemente e principalmente produzidas nos intestinos (uma vez que estes estão funcionando mal em praticamente todos os casos de doenças) há que colocar também o cataplasma na maior fonte de produtos tóxicos que é o abdômen mau funcionante (Augusto, 2015)”.

Recentemente, inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas objetivando estudar cientificamente os efeitos terapêuticos de aplicações externas de argilominerais, sendo importante elucidar alguns trabalhos principais. Estudos dirigidos por Gomes *et al.* (2009) atestaram a não toxicidade e justificação científica do uso empírico de argilas de Cabo Verde para fins curativos e cosméticos a partir da análise de suas propriedades granulométricas, mineralógicas e capacidade de troca catiônica. As argilas estudadas são tradicionalmente usadas para alívio de afecções do trato gastrointestinal, tratamento de abscessos, furúnculos e feridas, assim como para afecções da pele, aplicações cosméticas e em produtos de higiene pessoal. Um estudo semelhante foi conduzido em Cabo Leste, na África do Sul, atestando a utilização de silte e argila para limpeza e esfoliação da pele, além de sua aplicação como protetor solar, atuando como barreira física, devido à sua alta concentração de argilominerais e alta capacidade de troca catiônica (Matike *et al.*, 2011). Pesquisas atestando as propriedades analgésicas e anti-inflamatórias de silte e argila em pacientes com artrite também apresentaram excelentes resultados, com a redução de sintomas como dor, rigidez e incapacidade funcional (Sousa *et al.*, 2013). Além disso, banhos de argila para a redução dos sintomas da psoríase também têm se mostrado tão eficazes quanto os fármacos utilizados para os mesmos fins (Costantino & Lampa, 2005).

Outra propriedade conhecida pela medicina popular é o poder cicatrizante da argila (Souza *et al.*, 2013). Uma pesquisa conduzida com 70 pacientes com feridas cirúrgicas infectadas no Hospital Clínicoquirúrgico Docente “Dr. Joaquín Castillo Duany, em Santiago de Cuba, obteve resultados

positivos utilizando aplicações de cataplasmas de argila. Isso se deve ao alto teor de ácido sulfídrico presente na mesma, tornando-a uma substância bactericida e fungicida (Ramírez *et al.*, 2004).

Em relação às propriedades bactericidas das argilas, um notável estudo foi dirigido por Lynda Williams, da Arizona State University. Williams *et al.* (2008) demonstraram que certas argilas têm a capacidade de matar um amplo espectro de bactérias patogênicas, incluindo a *Mycobacterium ulcerans*, causadora da úlcera Buruli, uma doença de pele crônica endêmica da África central e ocidental, em que a bactéria se alimenta da carne da pessoa infectada. Todos os antibióticos testados até então se mostraram ineficientes, sendo a amputação do membro infectado a única solução. As argilas utilizadas, Md-ilita e Fe-esmectita, promoveram a redução das lesões seguida por regeneração da pele. Segundo os autores, a eficácia das argilas é devido à sua composição química e capacidade superficiais dos grãos, que afetam o pH e estado de oxidação do meio, debilitando a bactéria (Williams *et al.*, 2008; Williams & Haydel, 2010).

Enquanto a geoterapia lida com aplicações externas de argila, a geofagia, é definida como a ingestão deliberada de terra, solo ou argila (Gomes & Silva, 2007; Tateo *et al.*, 2006; Woywodt & Kiss, 2002). Muito comum na antiguidade, a geofagia continua sendo praticada em alguns países e regiões até os dias de hoje para fins terapêuticos, religiosos ou até mesmo para aliviar a fome. Além dos fatores sociais, culturais e religiosos, a prática da geofagia pode promover a adsorção de toxinas do corpo, ter efeito antibacteriano, anti-diarréico, antiácido e servir como suplemento de elementos essenciais à saúde humana (Aufreiter *et al.*, 1997; Ferrell, 2008; Gomes & Silva, 2007; Londono *et al.*, 2015; Woywodt & Kiss, 2002).

Principalmente nas últimas décadas a geofagia tem despertado a atenção de pesquisadores, que vêm estudando as propriedades químicas e físicas dessas argilas para avaliar os impactos positivos e negativos de seu consumo na saúde humana. Um exemplo é o trabalho desenvolvido por Londono *et al.* (2015), que provou a ação antibacteriana de argilas consumidas na Amazônia colombiana. Segundo os autores, as argilas amostradas facilitam interações químicas letais para a bactéria, absorvendo nutrientes, como Mg e P, e provendo metais, como Al e Fe. Além disso, argilas podem também atuar como suplemento nutricional de elementos como Fe, Cu, Ca, Mg, Na e K, que dependendo da carga elétrica e da capacidade de troca catiônica dos mesmos, podem se aderir à superfície dos grãos (Aufreiter *et al.*, 1997).

Contudo, apesar do uso terapêutico de argilominerais trazer, sem sombra de dúvidas, efeitos positivos para os usuários, também pode apresentar riscos para a saúde humana devido à possível presença de elementos tóxicos, tanto de fontes naturais quanto antropogênicas, que podem ser prejudiciais à saúde humana. Dessa forma, é estritamente necessária a realização de maiores estudos a fim de compreender a natureza química, física e mineralógica de materiais geológicos usadas para fins medicinais nas diferentes regiões do mundo.

Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 GEOLOGIA

A Chapada Diamantina está situada na porção central do cráton São Francisco, sendo um dos domínios geotectônicos que abrange a porção setentrional da Serra do Espinhaço. A região faz parte do Aulacógeno do Paramirim, que consiste em uma sequência de rifte composta pelas unidades Mesoproterozoicas e Neoproterozoicas dos Supergrupos Espinhaço e São Francisco (Almeida, 1977; Barbosa *et.al.*, 2003; Cruz & Alkmim, 2007; Dussin & Dussin, 1995).

A área de estudo está localizada na porção centro-oriental da Chapada Diamantina, onde afloram as rochas Paleoproterozóicas e Mesoproterozóicas dos Grupos Paraguaçu e Chapada Diamantina, respectivamente, ambos pertencentes ao Supergrupo Espinhaço (**Figura 3.1**). As amostras coletadas no presente trabalho estão englobadas pelo domínio do Grupo Paraguaçu. Levando-se em conta o contexto estrutural, as rochas da região estão acomodadas em um conjunto de anticlinais e sinclinais com eixos ondulados de direção NNW-SSE (Silva, 1994).

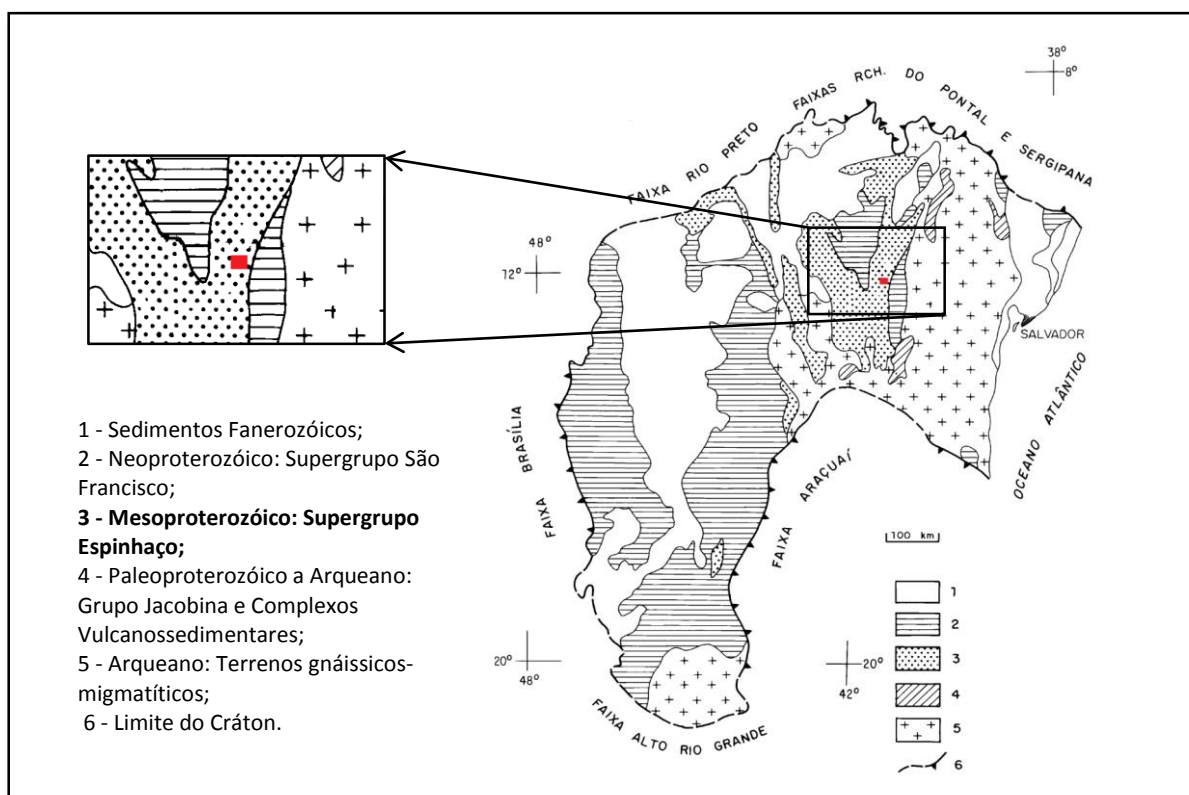


Figura 3.1: Localização da área de estudo (em vermelho) no Cráton São Francisco. Modificado de Alkimin *et al.* (1993)

3.1.1 Estratigrafia

A coluna estratigráfica da área de estudo é composta pelas rochas Paleoproterozoicas e Mesoproterozoicas do Supergrupo Espinhaço (**Figura 3.2**). A subdivisão deste supergrupo nos respectivos grupos e formações, bem como a síntese de suas características litológicas e deposicionais se baseiam nos trabalhos de Silva (1994), Dussin & Dussin (1995), Pedreira (1997), Alkmim & Martins-Neto (2012), Töth (1997) e Misi & Veizer (1998) e estão apresentadas abaixo.

Na Chapada Diamantina, o Supergrupo Espinhaço compreende uma sequência de rochas vulcânicas ácidas e metassedimentares de idades Paleoproterozoica e Mesoproterozoica, divididas entre a Formação Serra da Gameleira e os Grupos Rios dos Remédios, Paraguaçu e Chapada Diamantina.

Segundo Alkmim & Martins-Neto (2012) as rochas desses grupos representam dois grandes eventos, que formaram duas bacias do tipo rifte-sag. A primeira, de idade estateriana, corresponde à Bacia do Espinhaço Oriental, onde foram depositadas as rochas da Formação Serra da Gameleira e dos Grupos Rio dos Remédios e Paraguaçu em três fases tectônicas distintas, sendo elas, respectivamente, pré-rifte, sin rifte e pós-rifte. A segunda, de idade Eclásiana, designada Bacia Chapada Diamantina, armazenou as rochas do grupo homônimo. As duas são separadas por um hiato deposicional de aproximadamente 500Ma e foram classificadas como sequência Espinhaço I e II, respectivamente (**Figura 3.2**).

Na região da Chapada Diamantina a sequência Espinhaço I possui em sua base os arenitos e conglomerados aluviais e eólicos da Formação Serra da Gameleira, depositados na fase pré-rifte. Tal formação é sotoposta pelo Grupo Rio dos Remédios, depositado na fase sin-rifte. Essa fase compreende uma sequência de rochas vulcânicas ácidas e básicas pertencentes à Formação Novo Horizonte, uma sequência sedimentar, caracterizada pelos pelitos e arenitos lacustres da Formação Lagoa de Dentro e conglomerados aluviais da Formação Ouricuri do Ouro. Os arenitos apresentam granulometria bimodal com estratificações plano paralelas, cruzadas tabulares, acanaladas e de grande porte.

O Vale do Capão está dentro do domínio do Grupo Paraguaçu, que faz contato erosivo com o Grupo Rio dos Remédios e representa um ambiente transicional da fase pós-rifte da bacia, caracterizando uma considerável expansão da mesma. Tendo seu desenvolvimento condicionado por processos de subsidência termo-flexural, foi depositado um pacote litofaciológico com espessura média de 1,0-2,5km, compondo a Supersequência Mangabeira/Açuruá. Essa supersequência corresponde a dois tratos de sistema, um inferior, acumulado num período de mar baixo, formado pelos depósitos da Formação Mangabeiras e um trato superior, transgressivo, compreendendo os depósitos da Formação Açuruá. A Formação Mangabeiras é composta por arenitos puros e impuros depositados em ambiente desértico, com lentes localizadas de siltitos; e a Formação Açuruá composta por pelitos e argilitos depositados em ambiente marinho raso e deltaico.

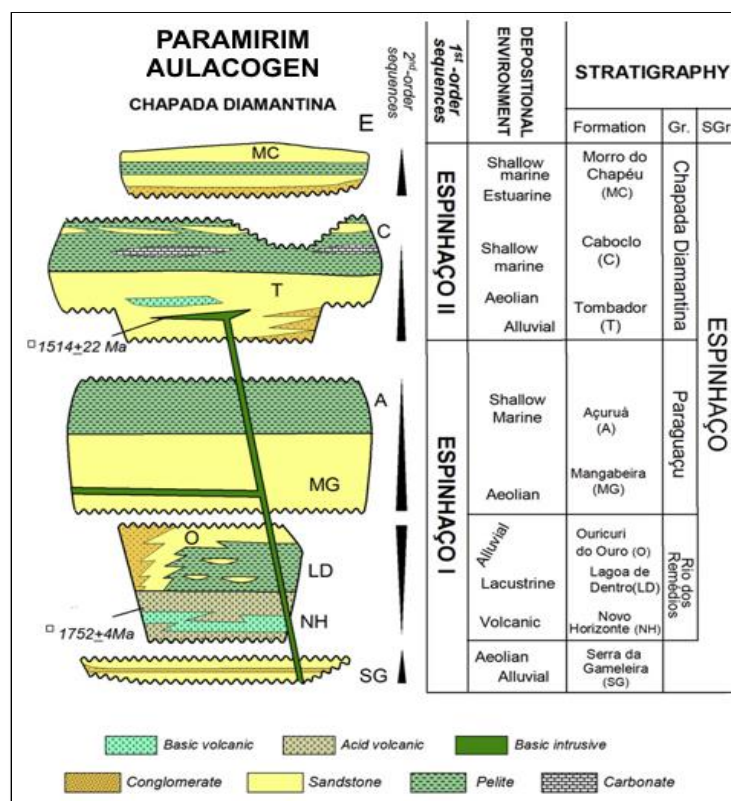


Figura 3.2: Coluna estratigráfica da área de estudo. Modificado de Alkmin & Martins-Neto (2012).

Segundo Pedreira (1997), a Formação Mangabeira não está incluída no Grupo Paraguaçu, sendo este composto apenas pela Formação Guiné, equivalente à Formação Açuruá supracitada. Baseados nessa divisão estratigráfica, Sousa *et al.* (2015) refizeram a coluna estratigráfica do Grupo Paraguaçu a partir de um mapeamento geológico de maior detalhe (1:25.000), que abrange parte da área de estudo do presente trabalho. A nova coluna estratigráfica (**Figura 3.3**) é formada por sucessivas intercalações de pacotes pelíticos e arenosos. Os primeiros 90m são compostos predominantemente por pelitos, apresentando estratificação lenticular e “*mud cracks*”. A porção superior, com aproximadamente 250m, é majoritariamente formada por pacotes areníticos com estruturas sedimentares do tipo “*mud cracks*”, estratificação cruzada de baixo ângulo, estratificação sigmoidal e marcas ondulares.

O Grupo Chapada Diamantina, constituído pelos metassedimentos terrígenos das Formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu, é classificado como sequência Espinhaço II e marca um novo evento de tectonismo extensional no alaucógeno Paramirim. A Formação Tombador teve seus sedimentos depositados em um ambiente aluvial e eólico, sendo composta principalmente por conglomerados e arenitos, contendo também fácies argilosas associadas. A Formação Caboclo é constituída principalmente por pelitos, além de arenitos finos e conglomerados subordinados, depositados em um ambiente marinho raso. A Formação Morro do Chapéu tem em sua base

conglomerados polimíticos de matriz mal selecionada, sotopostos por arenitos com estratificações cruzadas diversas e pelitos associados, depositados em ambiente estuarino e marinho raso.

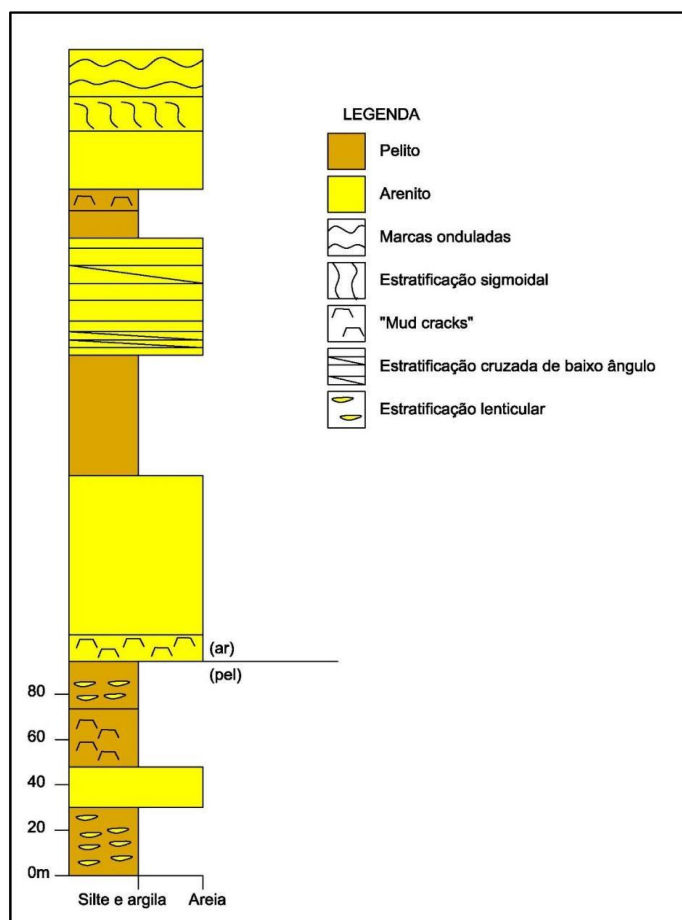


Figura 3.3: Coluna estratigráfica do Grupo Paraguaçu, com divisão entre a porção mais pelítica e mais arenítica (Sousa *et al.*, 2015).

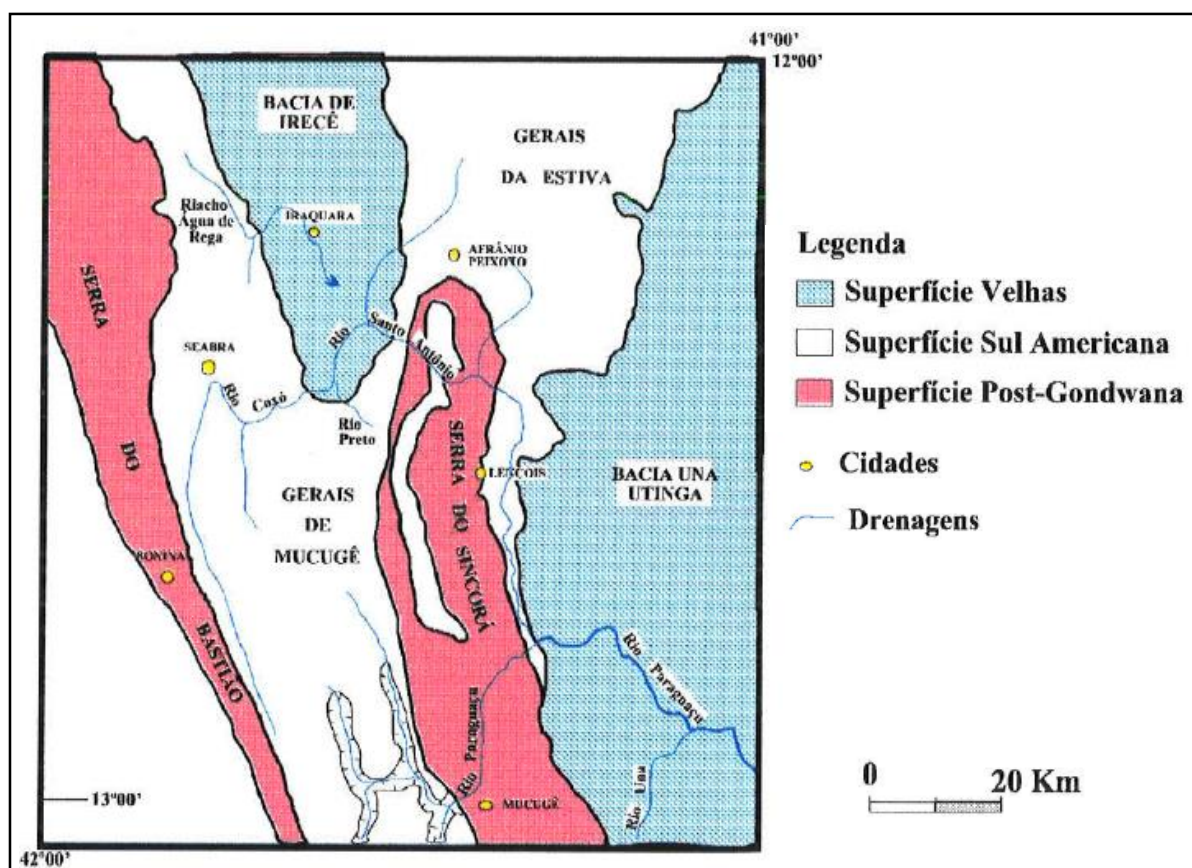
3.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.2.1 Geomorfologia e Relevô

Ocupando uma área de aproximadamente 50.000 km², a região da Chapada Diamantina está inserida na porção central do estado da Bahia, se estendendo cerca de 400 km de norte a sul e 50-100 km de leste à oeste, sendo delimitada principalmente pelas mudanças de relevo e altitude. A chapada é caracterizada por uma região topograficamente elevada de serras e planaltos, com orientação aproximada norte e sul, relevo acidentado com encostas íngremes e elevações variando entre 200 e 2000 m (MMA, 2005).

As feições geomorfológicas da região, esculpidas pela rede hidrográfica, são condicionadas tanto pela litologia quanto pelo padrão estrutural da área, caracterizado pela presença de amplos sinclinais e anticlinais alternados, gerando extensas cristas paralelas e vales estreitos. Essas feições são remanescentes de 3 ciclos de denudação que ocorreram na região entre o Cretáceo inferior e o Cenozóico médio

Figura 3.4). Estes ciclos de denudação deram origem a diferentes formas de relevo, que incluem: as serras do Sicorá e do Bastião no caso do ciclo Pos-Gondwana (Cretáceo superior); as superfícies de aplainamento com coberturas arenosas denominadas localmente de gerais da Estiva e de Mucugê no



ciclo Sul-Americano (Terciário); as bacias carbonáticas de Una-Utinga e Irecê no ciclo Velhas (Terciário superior) (Laureano, 1998; Silva, 1994).

Figura 3.4: Contexto geomorfológico regional. Fonte: Laureano (1998).

O Vale do Capão, encaixado na Serra do Sincorá, está inserido no contexto da superfície Sul-Americana, onde o Grupo Paraguaçu, possuindo ampla distribuição espacial e menor resistência à erosão que as unidades vizinhas, caracteriza um relevo de planalto, com cotas variando entre 900 e 1.400 m (**Figura 3.5**) (Guimarães, 2005; Silva, 1994).



Figura 3.5: Vista para o Vale do Capão, onde pode-se observar a mudança na vegetação de acordo com a geomorfologia. Fotografia com visada para sul, tirada do ponto HW3/HY2.

3.2.2 Hidrografia

O conjunto de serras e planaltos da Chapada Diamantina funciona como um importante divisor de águas que separa a bacia do rio São Francisco a Oeste das águas que correm para o oceano Atlântico a Leste (Pereira, 1998). A Chapada Diamantina está inteiramente inserida na Bacia do Paraguaçu, considerada, segundo o programa Semeando Águas no Paraguaçu, uma das bacias mais importantes do estado, abrangendo uma área de aproximadamente 55.300 km², em territórios de 89 municípios. A bacia está dividida em Alto, Médio, e Baixo Paraguaçu, apresentando dez sub-bacias em seus limites. O Vale do Capão, pertencente ao município de Palmeiras, situa-se na região do Alto Paraguaçu (**Figura 3.6**), mais precisamente na sub-bacia do Rio Preto, sendo este o principal rio do distrito de Caeté-Açu (Guimarães, 2005; ICMBio, 2007; SEMA/BA & CI-Brasil, 2016).

3.2.3 Clima

O domínio morfo-estrutural Espinhaço-Diamantina encontra-se numa faixa climática condicionada pela disposição e configuração do relevo, apresentando um clima tropical semi-úmido nas porções mais elevadas e uma predominância de clima semi-árido nos planaltos e vales. Apesar de existir uma grande variação sazonal na região, a média de temperaturas anuais gira em torno de 15°C a 26°C, com apenas duas estações definidas, verão chuvoso e inverno seco (Guimarães, 2005; ICMBio, 2007).



Figura 3.6: Área da Bacia do Paraguaçu com destaque para os municípios pertencentes ao Alto Paraguaçu. O Vale do Capão, objeto de estudo, pertence ao município de Palmeiras. Fonte: SEMA/BA & CI-Brasil (2016).

A área apresenta médias pluviométricas muito inferiores à de outras regiões do Brasil, sendo comuns longos períodos de estiagem com as chuvas concentradas quase que inteiramente entre novembro a maio. Assim como o clima, a pluviosidade também é fortemente condicionada pela geomorfologia, com níveis pluviométricos maiores na região da serra do Sincorá e índices menores nos vales, atingindo em torno de 1600 mm e 600 mm anuais, respectivamente (Guimarães, 2005; ICMBio, 2007).

3.2.4 Vegetação

Desde o século XIX com a exploração diamantífera até os dias de hoje, a vegetação na região da Chapada Diamantina vem sofrendo diversas alterações antrópicas. Atualmente, a agropecuária em extensas áreas é responsável pela maior parte da destruição da vegetação original. Apesar dessas modificações, a vegetação é muito diversa, incluindo cerrados, campos rupestres, florestas e caatingas (MMA, 2005).

A cobertura vegetal na Chapada Diamantina está intimamente relacionada aos aspectos climáticos e de relevo (**Figura 3.5**). Nas serras e planaltos quartzíticos de maior altitude predominam a vegetação rasteira, típica de campos rupestres. No entanto, na área de estudo, assim como na maioria dos vales e em alguns topos de morro, a vegetação é caracterizada por uma cobertura florestal, dividida segundo 4 tipologias principais: matas ciliares acompanhando as calhas dos rios; matas de encosta em áreas de declividade acentuada; matas de grotão, associadas às fendas estreitas e profundas nas encostas; matas de planalto, características da porção leste da Chapada Diamantina, que encontram-se extremamente devastadas devido à intensa ação antrópica (ICMBio, 2007).

3.2.5 Solos

No presente trabalho foi adotada a definição e classificação de solos estabelecidos pela EMBRAPA (2006), que define o solo como

“uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contem matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas”.

As descrições e distribuições dos solos explicitados abaixo foram baseados nos trabalhos da ICMBio (2007) e da SEMA/BA & CI-BRASIL (2016).

Na região da Chapada Diamantina os solos têm a sua formação condicionada principalmente pela litologia, clima e relevo. Além disso, como consequência dos ciclos sazonais de umidade e seca, do pisoteamento pelo gado e especialmente em áreas atingidas por queimadas, estes solos são especialmente frágeis e susceptíveis à erosão.

Tendo a sua distribuição em muito atrelada à geomorfologia, devido às extensas áreas montanhosas, os solos da Chapada Diamantina são predominantemente rasos, arenosos e pouco férteis. No entanto, solos mais profundos e desenvolvidos também são comuns. De forma geral, apesar de existirem variações locais na pedologia, são encontrados na região neossolos, argilossolos, cambissolos e latossolos.

Atingindo no máximo 50 cm, os neossolos, comuns nas áreas montanhosas, apresentam coloração preta devido ao acúmulo de matéria orgânica e estão associados aos campos rupestres e campos de altitude. Esses solos são eutróficos quando oriundos dos arenitos do grupo Chapada Diamantina, que suportam as serras da região, ou distróficos, quando provenientes dos siltitos e argilitos do Grupo Paraguaçu. Os neossolos podem ainda ser encontrados nas várzeas dos rios Santo Antônio e Paraguaçu, sendo provenientes de sedimentos aluviais não consolidados.

Em áreas que sofreram intenso retrabalhamento, principalmente ao sul e ao leste da Chapada Diamantina, onde o relevo é dissecado por vales profundos, predominam os argilossolos, que apresentam profundidade e fertilidade moderada, são bem drenados e possuem textura argilosa.

Os cambissolos são encontrados nas vertentes muito íngremes cobertas por florestas, nos gerais dos Vieiras e no Vale do Pati. Tendo a espessura condicionada pela posição topográfica, são mais profundos nas vertentes, possuem coloração bruno-amarelada e são majoritariamente ácidos e muito susceptíveis à erosão. Além disso, são também comuns cambissolos latossólicos e cambissolos eutróficos associados à latossolos. Esses últimos ocorrem em áreas de relevo acidentado, com vegetação campestre e/ou sobre as rochas do Grupo Paraguaçu. Por outro lado, os cambissolos latossólicos, mais profundos e com horizonte B mais desenvolvido, estão, por via de regra, sob vegetação florestal.

No Vale do Capão, assim como em toda a extensão do pediplano central, predominam os latossolos, que ocorrem sob vegetação florestal, em áreas de relevo suave ondulado a ondulado. Esses solos são mais evoluídos e profundos, ricos em argila, óxidos de ferro e alumínio. Possuem coloração avermelhada ou amarelada, são ácidos, não hidromórficos, com horizonte B latossólico. Os mesmos são divididos em subhorizontes, sendo esses espessos e com transição gradual e difusa entre eles.

Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...

CAPITULO 4

PHYSICOCHEMICAL, MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF PELITIC RAW MATERIALS USED FOR HEALING AND COSMETIC PURPOSE IN CAPÃO VALLEY, BAHIA, BRAZIL

Abstract: The use of pelitic geological materials for the treatment of bone-muscle-skin diseases and for cosmetic applications dates back from ancient civilizations and is currently receiving a growing interest among the population and the scientific community. In Capão Valley, a famous touristic destination in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil, pelitic raw materials are traditionally used for healing purpose both by the population and at the Primary Health Care Unit of the district. In addition, they are also used to produce cosmetics, which are broadly sold in markets in the region. However, the use of these materials is based only on empiric knowledge, since no previous study was conducted in order to access their suitability for the referred applications. Therefore, in the present work the suitability of these materials for therapeutic and cosmetic purpose were assessed based on mineralogical, geochemical and physicochemical parameters. The samples were collected following an etnopedological basis. Analysis of X-ray diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF) and Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) were carried out in order to assess the mineralogy and geochemistry of the samples. Particle size distribution and pH values were also determined. Majorly, the samples are silt loam in texture. Having similar compositions and properties, they contain kaolinite as the main clay mineral and the concentration of hazardous elements such as Cd, Pb, As, Co, V, Ni, Li, Mo and Cu present limited risk for topical applications. In addition, they have net negative charges and relatively acid pH, which account for their detoxifying properties. Based on the analyzed parameters, the samples present good potential for topical applications, especially after separation of silt-clay fractions.

Keywords: GEOTHERAPY, CLAY MINERALS, CLAYS, ETNOPEDOLOGY, GEOMATERIALS;

4.1 INTRODUCTION

The most ancient civilizations have recorded on their scriptures the use of “medicinal earth” for therapeutic purpose, notably for the treatment of bone-muscle-skin pathologies (Carretero, 2002; Carretero et al., 2006; C. Gomes & Silva, 2007; Gomes, 2017 and references therein). Nowadays, geomaterials such as clay minerals and clayey soils, are still widely used by the population due to its healing and cosmetic properties (Carretero, 2002). This is partially a result of international policies made

by the World Health Organization (WHO) to recognize and support what is known as Traditional and Complementary Medicine (T&CM). T&CM stimulate the maintenance of health as well as the prevention, diagnosis, improvement or treatment of physical and mental illness through natural techniques, integrating the patient with both environment and society. Since 1978, when it was recognized as an invaluable means of satisfying the necessity of primary healthcare of about 80% of the population, the WHO has incentivized scientists to systematically evaluate traditional remedies in order to access their efficiency and safety standards (World Health Organization (WHO), 2013, 2002).

Indeed, many researches were conducted in the past 20 years in order to identify the main properties and mechanism of action of geomaterials used for geotherapy¹ and geophagia², notably clay minerals and clays. The term clay refers to natural and fine grained materials with less than 2 µm in diameter (Jackson, 1969; Rautureau et al., 2017). Studies conducted by several authors have demonstrated the therapeutic efficiency of clays depends mainly on the mineralogical, geochemical, and physicochemical properties, such as fine grain size, high cation exchange capacity and large specific surface area (Carretero et al., 2006; Droy-lefaix & Tateo, 2006; C. de S. F. Gomes and Silva, 2007; Gomes et al., 2009; Londono et al., 2015; Tateo et al., 2006; Williams et al., 2008; Williams & Haydel, 2010 and the references therein). However, very often the material used for geotherapy and/or geophagia lacks scientific information and, although it is referred to as clay by the local community, it is also composed by coarser grains, such as silt and fine sand.

The Capão Valley is a famous touristic destination in the Brazilian state Bahia. It is situated in the physiographic domain of Chapada Diamantina and encompasses the town of Caeté-Açu. The valley is located in the central part of São Francisco Craton and represents the transitional phase of a post-rift basin in the Statherian period. Divided into aeolian and shallow marine depositional systems, the studied area is formed by the intercalation of arenites and pelites (Alkmim & Martins-Neto, 2012; Silva, 1994), which led to the formation of thick soil layers. Due to its abundance, for more than 30 years this material have been widely used by the local community for therapeutic and cosmetic reasons. With the implementation of government policies to support T&CM in public primary healthcare system in Brazil in 2006, geotherapy started to play an important role in the Primary Healthcare Unit (PHCU) of Caeté-Açu. The PHCU aims the treatment of low complexity disease and the Caeté-Açu unit is reference in the state for its practices of T&CM. Regarding geotherapy, the PHCU teaches how to apply cataplasm for ailments such as rheumatism, arthritis and snake bites. In addition, it gives instructions for collecting the material in order to avoid superficial contamination.

¹ Geotherapy: the use of earth, soil or clay mixed with water for topical applications such as cataplasms, face masks, mud baths, among others (Carretero et al., 2006; Sousa et al., 2013).

² Geophagia: the deliberate consumption of earth, soil or clay, normally for therapeutic or religious purpose (Woywodt & Kiss, 2002).

This material, known as “therapeutic clay” in the region, also plays an important role in the economy of Capão Valley. Since progressively more tourists are going to the region seeking for its healing clays, it has been also used in spas for esthetic treatments and by local producers as base for soaps, shampoos, facial masks and clay powders.

Although the use of this material for both geotherapy and cosmetics is broadly recognized and diffused within the population in Capão Valley and its tourists, no previous study was conducted in order to assess their properties and therapeutic suitability. Their use is entirely based on empirical knowledge, and the differentiation among the different types is made according to their color.

Therefore, the main objective of the present work is to assess the suitability of the studied material for therapeutic and aesthetic purposes based on the characterization of their mineralogical, geochemical, granulometric and physicochemical properties. Furthermore, its physical characterization and understanding can be also used as basis for prospecting similar materials in other regions in Brazil.

4.2 MATERIALS AND METHODS

Following an etnopedological basis, a survey was conducted in Capão Valley in order to identify the different materials used in the region, its respective collection sites and main applications. Six different sites were identified and georeferenced using a GPS Garmim 60 CSX, UTM coordinate system WGS 1984 (Figure 4.1). By using a shovel, the material was sampled for further characterization (Table 4.1). Samples RR1, RY2 and RW5 were collected on a roadside and are red, yellow and white materials, respectively. Samples HW3 and HY4 were collected on the hillside in a hiking trail and are white and yellow, respectively. PW6 is a white material and was collected on a courtyard pit of 3 m deep, which was already filled by the time of collection. For all samples the material was sampled on the same horizon used by the population. The macromorphological aspects of the soil profiles from the sampling sites RR1, RY2, HW3, HY4, RW5 were described on field according to the methodology proposed by Santos *et al.* (2013b).

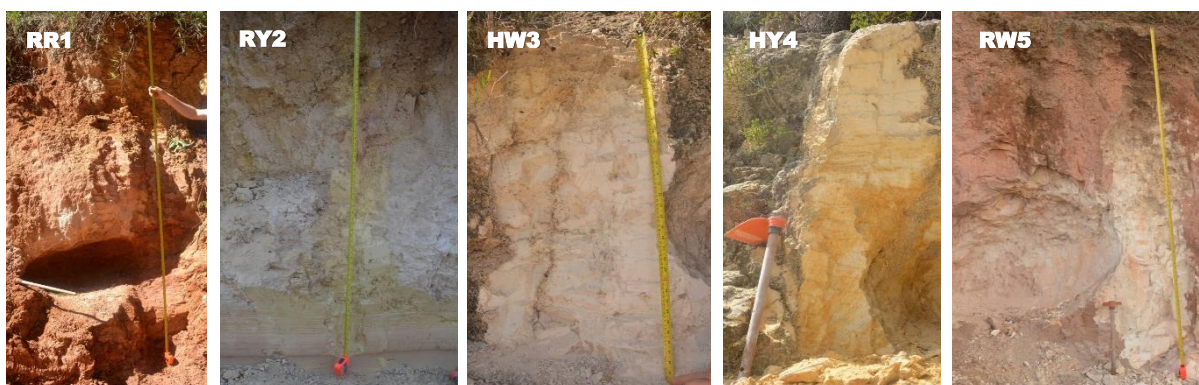


Figure 4.1: Soil profiles of the sampling sites RR1, RY2, HW3, HY4, RW5.

Table 4.1: Sample identification.

Sample nº	Coordinates			Color*	Sampling site
	x	y	z		
RR1	0229231	8601016	907	Red	Roadside
RY2	0229156	8601127	933	Yellow	Roadside
HW3	0228605	8609497	929	White	Hillside
HY4	0228605	8609497	929	Yellow	Hillside
RW5	0227794	8604916	912	White	Roadside
PW6	0227515	8605016	929	White	Courtyard pit

*Color classification given by the population in Capão Valley.

4.2.1 Characterization of samples

All the samples were dried at 50°C, gently disaggregated using an agate mortar and pestle, homogenized and divided into two sub-samples for different analysis. From one sub-sample, the fraction under 63 µm was analyzed by X-Ray Diffraction (XRD), Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) and X-Ray Fluorescence (XRF). In addition, pH measurements were carried out. The fraction under 1,19 mm from the second sub-sample was used for particle size distribution analysis.

4.2.2 Physical and physicochemical characterization

- **Particle size distribution**

The particle size was measured by means of a Malvern Mastersizer 2000 Particle Size Analyzer (Xu, 2000).

- **pH measurement**

According to EMBRAPA (1997) and Van de Reeuwijk (2002), the pH values were determined in both H₂O and 1 mol/L⁻¹ KCl solution (1:2,5 soil:solvent ratio). In order to estimate the charge balance, delta pH was calculated using the expression (Mekaru e Uehara, 1972):

$$\Delta\text{pH} = \text{pHKCl} - \text{pHH}_2\text{O}$$

4.2.3 Mineralogical and geochemical characterization

- **XRD analysis**

Mineralogical analysis were carried out by XRD analysis with an Empyrean Panalytical diffractometer, using CuK α radiation. For the fraction under 63 μ m, XRD patterns of the random powder were recorded between 2° and 70° (2 θ), step of 0,02° 2 θ and count of 10"/step. The data were analyzed using High Score X'Pert Plus software and following the patterns described by Brindley and Brown (1980).

- **ICP-OES analysis**

By using the method of total digestion, all the samples were attacked by a mixture of three acids (HCl, H₂SO₄, and HNO₃). All digestion procedures were carried out on a Milestone ETHOS1 microwave. All major and trace elements were analyzed using an Agilent 725 ICP-OES except for silica (SiO₂), which was measured.

- **XRF analysis**

The sample preparation was performed using 1 g of the material, 0,6 g of flux (1:1 solution of lithium tetraborate and lithium metaborate) and 0,09 g of lithium bromate. The solutions were fused in a muffle at 1000°C for 2h. All the major elements were measured using a Philips MagiX PW2404 X X-Ray Fluorescence spectrometer.

4.3 RESULTS

According to the Munsell Color Chart, the colors of the samples are classified as following: RR1: pale red; RY2 and HY4: yellow; HW3, RW5 and CW6: white (Table 4.2).

4.3.1 Physical and physicochemical characterization

- **Particle size distribution**

A graph containing a comparison between coarse sand, fine sand, silt and clays is presented in Figure 4.2. Regarding the sand fraction, its highest contents were found for sample HY4 (50%) and HW2 (35,8%), while the lowest contents were obtained for samples PW6 (25,19%), RW1 (24,53%) and RY2 (21,81%). The silt-clay fractions of all samples is moderately low, ranging from 48,15% in sample HY4 to 78,14% in sample RY2. The silt fraction is considerably similar among samples RR1 (62,3%), RY2 (64,12%), RW5 (61,4 %) and CW6 (60,47%). Its lowest values, 36,29% and 49,95%, were obtained for sample HY4 and HW3, respectively. The clay fractions are greater than 10% in all samples, with the greatest values of 14,05%, 13,77%, 13,63% and 13,60% detected for sample RY2, HW3, RW5 and RR1, respectively. Within the clay particles, considering the fraction bellow 1 μ m, a percentage of 5,17%, 4,12%, 4,68%, 3,77%, 5,19% and 4,34% from the total volume were obtained for samples RY2, RR1, HW3, HY4, RW5 and PW6, respectively (Figure 4.2).

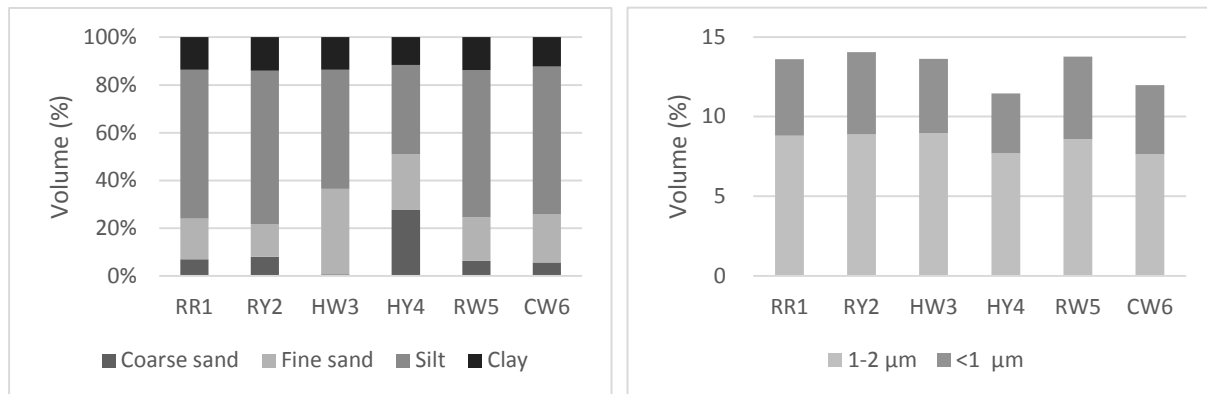


Figure 4.2: Particle size distribution for bulk sample (right) and clay fraction (left).

- **pH measurement**

For all analyzed samples the pH values were considerably acid with no significant discrepancy among them. The pH values ranged from 4,43 to 4,83 in soil:H₂O solutions, with the minimum and maximum value measured for samples RY2 and RW5, respectively. For soil:KCl solutions, the pH ranged from 3,83 to 4,13, with the minimum and maximum values measures for RY2 and HW3, respectively. All samples possesses a negative Δ pH.

4.3.2 Mineralogical and geochemical characterization

- **XRD analysis**

The main mineral phases found in the XRD patterns of all studied samples were quartz, muscovite and kaolinite (Figure 4.3). The calcite is present in HY3, HW4, RW5, PW6; and goethite in RR1, HY3 (Figure 4.3).

- **Geochemical analysis**

Data on major and trace elements content are included in Table 4.2. Regarding major elements, silica and aluminum are the most abundant major oxide in all samples, followed by potassium and iron. The greatest SiO₂, FeO₂ and TiO₂ contents were observed in RY2, RR1 and HY4, which are the reddish and yellowish samples. SiO₂ values ranged from 71,88% in RY2 to 57,32% in RW5. On the other hand, HW3, RW5 and PW6, the white samples, are more aluminous and K-rich. CaO, MnO, Na₂O and P₂O₅ are the less abundant major oxides. CaO is bellow the detection limit for XRF. Loss on ignition (LOI) is normally around 5%, but in RW5 it reaches 8%.

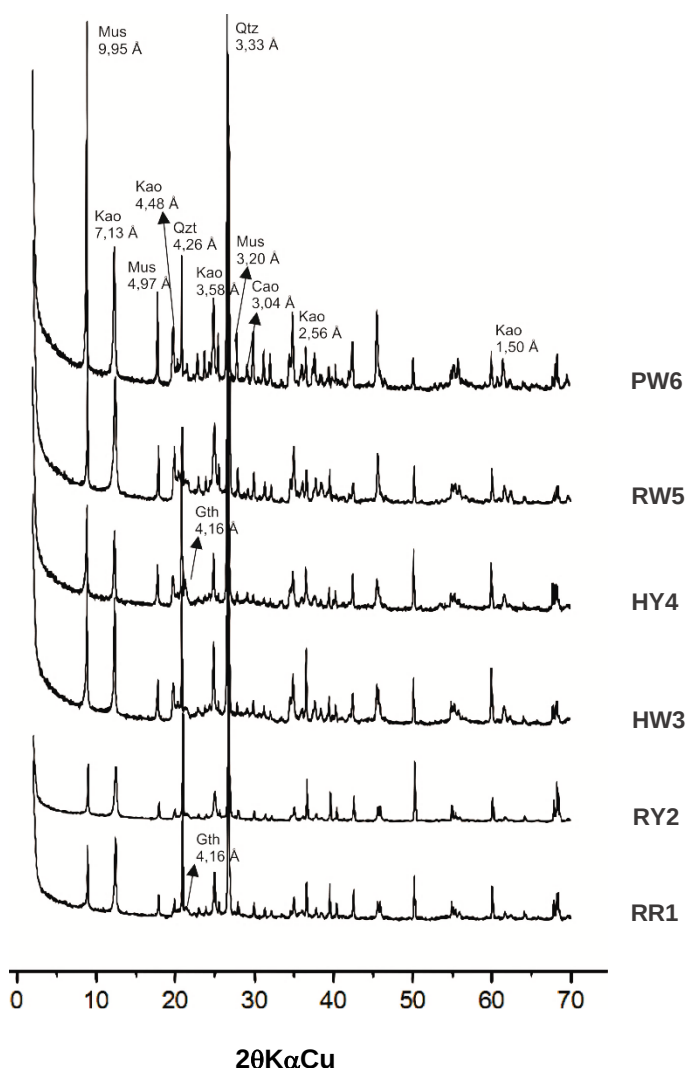


Figure 4.3: XRD patterns which show the mineralogical composition of the studied samples: RR1, RY2, RW5, PW6, HW3, HY2.

Regarding trace elements, for all of them the greatest contents were observed in RR1, RY2, RW5 and PW6. Barium is the most abundant trace element, with the highest values of 891, 805 and 620 ppm measured for samples HW3, RW5, and PW6, respectively. Zr is also abundant, with the greatest contents of 610 and 489 ppm observed in RY2 and HY2. The Y concentration presents a significant variation among the samples, with the highest and lowest values of 81 ppm and 8,92 ppm obtained for RW1 and HW3, respectively. Regarding Cr, V and Cu, their highest values are around 53, 55 and 60 ppm, respectively, measured in RR1 and RY2. Li presents a low variability between samples RR1 (13,24 ppm), RY2 (10,11 ppm), HW3 (13,95 ppm), HW4 (12,89 ppm) and RW5 (17,46 ppm), and higher value of 26,09 ppm for sample HW6. Concentrations of Zn and Be are considerably similar for all samples, with Zn ranging from 13,83 ppm (PW6) to 16,51 ppm (HY4) and Be ranging from 1,04 (HY4) to 1,74 ppm (PW6). Regarding Sr, the minimum and maximum values measured were 4,06 (RR1) and 16,74 ppm (PW6), respectively. For Sc, a minimum value of 2,48 ppm were measured for samples HW3 and a maximum value of 10,42 ppm measured for sample RY2. Co concentrations are below the detection

limit for samples HW3, HY4, RW5 and PW6 and for samples RR1 and RY2 are 3,83 and 3,65 ppm, respectively. The elements As, Bi, Cd, Mo, Ni, Th, Pb and S were bellow detection limit for all samples.

Table 4.2: Data on physicochemical and geochemical properties.

	RR1	RY2	HW3	HY4	RW5	PW6
Color	10R 6/4 (pale red)	2.5 Y 8/6 (yellow)	5YR 8/1 (white)	2.5Y 8/6 (yellow)	5Y 8/1 (white)	10YR 8/2 (white)
pH H₂O	4,7	4,83	4,66	4,68	4,43	4,59
pH KCl	3,98	4,13	3,96	3,97	4,06	3,82
Major Oxides (%) - FRX analysis						
SiO₂	69,81	71,88	61,88	62,01	57,32	58,67
Al₂O₃	15,85	15,23	22,98	19,84	26,33	24,54
Fe₂O₃	5,82	4,28	1,57	5,39	1,41	2,56
TiO₂	0,662	0,699	0,276	0,400	0,298	0,268
MnO	0,009	0,007	0,007	0,006	0,007	0,007
MgO	0,62	0,64	1,60	1,53	1,33	1,98
CaO	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Na₂O	0,054	0,064	0,060	0,057	0,063	0,065
K₂O	2,84	2,96	5,52	5,21	4,42	6,51
P₂O₅	0,017	0,096	0,043	0,027	0,043	0,061
LOI	4,54	4,47	5,61	5,21	8,30	5,64
Total	100,2	100,3	99,5	99,7	99,5	100,3
Trace elements (ppm) - ICP-OES analysis						
Cd*	<1,77	<1,77	<1,77	<1,77	<1,77	<1,77
Pb*	<17,76	<17,76	<17,76	<17,76	<17,76	<17,76
As*	<22,03	<22,04	<22,05	<22,06	<22,07	<22,08
Co	3,83	3,65	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
V	58,04	53,07	18,75	31,98	17,88	19,08
Ni*	<12,37	<12,37	<12,37	<12,37	<12,37	<12,37
Li	13,24	10,11	13,95	12,89	17,46	26,09
Ba	307,09	377,09	805,20	620,56	620,25	891,81
Mo*	<2,34	<2,34	<2,34	<2,34	<2,34	<2,34
Cu	55,95	66,19	14,89	23,88	7,77	14,90
Cr	55,95	66,19	14,89	23,88	7,77	14,90
Th	<29,80	<29,80	<29,80	<29,80	<29,80	<29,80
Y	20,34	41,79	8,92	16,40	81,09	8,40
Zr	463,81	610,48	200,46	489,15	434,84	236,13

Sc	9,48	10,42	2,48	3,16	4,24	2,96
Sr	4,06	9,31	13,96	6,44	7,19	16,74
S	<42,23	<42,23	<42,23	<42,23	<42,23	<42,23
Zn	14,71	13,90	14,07	16,51	15,99	13,83
Be	1,52	1,58	1,24	1,05	1,69	1,74

*Elements under detection limit of the equipment.

4.4 DISCUSSIONS

First of all, even though the materials are regarded by the local community as clays, based on the particle distribution analysis the clay fraction only corresponds to a small percentage of less than 14% for all samples (Figure 4.2). For samples RR1, RY2, HW3, RW5 and PW6 silt is the predominant fraction and according to the United States Department of Agriculture (1987), the soil texture would rather be classified as silt loam. Sample HY4 have the highest sand content and its texture is classified as loam. Since these soils are developed in situ, their texture is mainly related to the parental rock. The lithology of the area is composed of a successive intercalation of pelites and arenites, which influences the low amount of clay particles in the studied material. The particle size plays a major role on the desired rheological properties of the material, such as high absorption and adsorption capabilities, good consistency, ease of handling and pleasant sensation when applied to the skin (Droy-lefaix and Tateo, 2006; López-Galindo *et al.*, 2007; Morekhure-Mphahlele *et al.*, 2017). Fine particle size (silt-clay fraction) increases the healing qualities of the material by increasing its cation exchange capacity and specific surface area, which are directly related to high adsorption and absorption properties. These are important reasons why some clay minerals such as kaolinites are used to remove oils, secretions, impurities and contaminants from the skin (Williams and Haydel, 2010). On the other hand, coarser particles such as fine and coarse sand may decrease the referred properties and damage the skin by abrasion. Cosmetic producers in Capão Valley, however, generally passes the material through a sieve of around 9# and grind it to a finer material, which consequently decrease its abrasiveness. Since poultices applications are generally used for medical treatments, the decrease in cation exchange capacity and specific surface area would be the main problem of coarse grains in the material. Therefore, the separation of the silt-clay fraction (<63 μm) is highly recommended in order to increase healing properties for both therapeutic and cosmetic uses.

The studied material was sampled in two different facies of the saprolite horizon. The position on the profile is influencing the color, the geochemical and mineralogical distribution among the samples. On one hand, the profiles from samples HW3 and HY4 are 2 m distant from one another and are laterally grading from white to yellow, respectively. The samples were collected on the isalterite facies of the saprolite horizon, since they are still presenting scarce sedimentary structures, reminiscent from the source rock. Hence, their difference in color is related the compositional variation of the

parental material. On the other hand, samples RR1, RY2, RW5 were collected on the aloteritic facies of the saprolite horizon. They present no reminiscent sedimentary structure and have higher heterogeneity in color. Therefore, it indicates that pedogenic effects such as mineral weathering and components redistribution are responsible for the color variation among the referred samples. The courtyard pit from sample PW6 was already filled by the time of collection, making it impossible to do a profile description. However, considering the surrounding geology and soil profiles, it is probably within the same pedological context as sample RW5. Based on the macromorphological properties, soil the profile RR1 is a *Cambissolo* and others soils are *Neossolos* (Santos et al., 2013a), which respectively corresponds to Cambisol and Regosols in the FAO System (Soil Survey Staff, 2014). However, according to the literature, the region is composed by Ferralsols and Cambisols (ICMBio, 2007; SEMA/BA & CI-Brasil, 2016). Thus, a different soil classification indicates the necessity of a more detailed study regarding soil distribution in the area.

The color of the samples are intimately related to their mineralogy and geochemical composition, especially major elements and oxides. White samples (HW3, RW5 and PW6) are more aluminous and have lowest content of SiO_2 than the others. It represents a more effective kaolinization, which is overlapping oxidation in these cases. In addition to Al, white samples also have higher percentage of K_2O , which is due to the presence of muscovite. On the other hand, samples RR1, RY2 and HY4 are enriched in Fe_2O_3 , representing a more oxidative state. In addition, except for sample RY2, high iron content is directly related to the presence of goethite. All samples possess low Ca concentrations, even those where calcite is present. However, sample RY2 have the highest Ca value and does not have calcite as a mineral phase. Therefore, Ca may be also associated to other minerals as minor element.

Although the concentrations of major elements and oxides are important to better understand the mineralogy and evolution of the material, according to the Brazilian Pharmacopeia (2010) the U. S. Food and Drug Administration (2015) and the EP 7.0 (2011), trace elements are the major concerns in the composition of cosmetics and drugs. Considering the studied case, the adsorption of trace elements to the surface area of clay minerals is the predominant vehicle to their interaction with the human body. Depending on the mineral, the kind of formulation and the sort of administration (if oral or topical), once in contact with the human body it will pass through one or several of the following phases: liberation, absorption, distribution, metabolism and excretion, which are referred to as LADME (Carretero & Pozo, 2010). Therefore, the phases of trace elements through the body are also related to the LADME phases of the clay mineral in which it will be attached to.

There is no specific regulation regarding chemical composition of geomaterials such as clays and soils used for therapeutic purpose. However, since the studied material is used in Capão Valley either for curative or cosmetic purpose, it can be encompassed by the concept of ethnopharmaceutic (Gomes, 2017). Therefore, the chemical restrictions proposed for cosmetics and drugs can be applied to

ensure the safety of these materials (López-Galindo et al., 2007; Mascolo et al., 1999; Silva et al., 2011). The safety limits of the analyzed trace elements for both external application and consumption are presented in Table 4.3. However, elements such as As, Bi, Cd, Mo, Ni, Th, Pb are below the detection limit of the ICP-OES (Table 4.2). Considering the maximum value allowed and the detection limit of the equipment, the majority of the elements are within the safety standard. In contrast, the detection limit for As (<22,03 ppm) is above the allowed concentration for both internal and external use. Regarding Pb, its detection limit is above the permitted concentration only when it comes to internal use. In these cases, it can not be ensured the samples are within the safety limits, since the detection limit of the equipment is higher than the maximum value allowed.

Table 4.3: Allowed trace elements limit for oral use and topical application and the respective maximum values measured in the present study. (EP 7.0, 2011; Ministério da Saúde/ANVISA, 2010; U. S. FDA, 2015)

Trace elements	Limit for oral use** (ppm)	Limit for topical application (ppm)	Maximum value for the present study
Cd*	0,5	15	<1,9
Pb*	0,5	20	<17,8
As*	1,5	5	<22,0
Co	5	100	3,8
V	10	100	58
Ni*	20	100	<12,4
Li	55	100	26,1
Ba	140***	1300	891,8
Mo*	300	100	<2,3
Cu	300	100	66,2
Cr	1100	1100	57,1
Sc			10,4
Sr	Not safety concerns according to the referred normatives		16,7
Zn			16,5
Be			1,74

*Elements under detection limit of the equipment.

**Considering a daily dose of 10 ppm.

***Limit based on measurements for Ba soluble in HCl 0,001 N.

Even though geophagia is not practiced in the PHCU of the studied area, it is a common empirical practice among different cultures (Aufreiter et al., 1997; Ferrell, 2008; Gomes, 2017; Woywodt and Kiss, 2002). Despite the fact geophagia is considerably rare in Capão Valley, most of the time the intake of clay minerals pass through all LADME phases, with the liberation and absorption by the human body of the trace elements attached to their surface area (Carretero and Pozo, 2010). Therefore, due to its high risk, the toxicity of the samples for internal use needs to be assessed. V and Ba are above the established limit for all samples. However, Ba limit for consumption is calculated for Ba soluble in HCl 0,001 N, while the ICP-OES measurements of the present study were conducted using total digestion on the samples. Consequently, higher concentrations for Ba were detected. Due to high

V values and the uncertainty regarding Ba, Pb and As concentrations, the samples present a possible risk for internal use and consumption is not indicated.

On the other hand, external applications of the studied material are widely diffused, either as geotherapy in the PHCU and spas or as cosmetics and facial masks. For topical applications, all elements are within the allowed values, excepted for As, which can not be assessed due to the detection limit of the equipment. However, there is no liberation, absorption, distribution, metabolism or excretion of minerals by the human body considering the referred applications (Carretero and Pozo, 2010). Since clay minerals will not be absorbed through the skin, likewise absorption of trace elements are unlikely to happen. Therefore, although more accurate geochemical data is needed, topical applications of the studied material is most likely to be safe.

No toxic mineral such as fibrous clay was found in the samples investigated. For all samples collected in the Capão Valley, kaolinite was the only clay mineral detected on the fraction under 63 μm . Kaolinite is a 1:1 clay mineral with high absorption/sorption and heat retention capacities, in addition to a non-fibrous habit, which make it one of the most used clay minerals for healing and cosmetic purpose (Abrahams, 2002; Carretero & Pozo, 2009; Mpuchane et al., 2010). One of its applications is as anti-inflammatories and local anesthetics in pharmaceuticals products, due to its absorbent and heat retention properties (Carretero and Pozo, 2009). Regarding cosmetics applications, by adhering to the skin and forming a film, kaolinite creates a mechanical barrier and surface for evaporation. This barrier, in addition to a refreshing sensation, provides protection against physical and chemical agents through a water-poor medium, which is unfavorable to bacterial growth (Carretero et al., 2006). This antiseptic action is also related to the high adsorption capacity of kaolinites, which enables it to adsorb toxins, greases, bacteria and viruses. Indeed, high antimicrobial activity of kaolinite was assessed in a study conducted by (Mpuchane et al., 2010). Therefore, all the referred properties and studies support their main use in Capão Valley for rheumatism, arthritis, contusions, face mask and cosmetics.

Muscovite, present on all analyzed samples, is also used in the cosmetic industry. It is mostly used in cosmetic creams, powders, eye shades and lipsticks in order to produce a luminous effect on the skin due to its high reflectance and iridescence (Carretero and Pozo, 2010). Calcite is present in samples HW3, HW4, RW5 and PW6. Regarding topical application, it is widely used as abrasive and polishing agent in toothpaste, since it is a non-toxic mineral with hardness inferior to that of enamel. In addition, it is also used as anti-inflammatory and local anesthetic (Carretero and Pozo, 2010).

Quartz, seen as an impurity for pharmaceutical use, can serve as an exfoliating agent in cosmetic applications. However, high contents of quartz may damage the skin through bruising during application due to its hardness. Studies conducted by Veniale et al. (2007) indicate that cosmetic mixtures must be smooth, less gritty and non-abrasive. Therefore, since quartz is the dominant phase in sand particles, the

beneficiation of the material through the separation of the silt-clay fraction ($<63\ \mu\text{m}$) prior to application is recommended.

Mineralogy and geochemistry are also related to the pH of the samples. Low contents of Ca led to a considerable acidity of the material. It can be observed on sample RY2, which has the highest concentration of Ca and the highest pH among the samples. Foster (2000) argues that any deviancy of the neutral pH, either to an acid or alkaline state, retards growth rate of certain species of microorganisms. Indeed, skin pH is known to play a major role in skin diseases, such as acne (Siegenthaler, 2005). One of the bacteria causing acne, *Propionibacterium acnes*, has higher growth rate on alkaline skins. Hence, the positive effect of clays mask for acnes and skin affections reported by the population and specified on the products may be related to its low pH. Furthermore, all samples possess net negative charges, which is indicated by the negative ΔpH . The negative charge of the material directly implicates on the absorption of positively-charged substances and toxins to their surface area (Williams and Haydel, 2010). By binding positively charged toxins to the interlayer sites of clay minerals (in this case, kaolinite), the material serves as detoxifying agent.

4.5 CONCLUSIONS

The samples studied in the present work contain a small percentage of clay particles and, majorly, silt is the predominant fraction. Therefore, due to the relatively high content of sand particles, some abrasiveness is expected. The chemical composition is considerably similar among the samples and essential elements such as Si, Al, Ca and Fe are present. Although measurements with lower detection limits are necessary, the concentrations of hazardous elements for topical applications present a limited risk. However, internal use is discouraged due to high contents of V and the uncertainty regarding As, Pb and Ba concentrations.

Since there is no mineral with fibrous morphologies, the samples do not present risk due to their mineralogical composition. However, the presence of quartz accounts for unwanted abrasiveness of the material. Kaolinite was the only clay mineral detected by XRD in the fraction $< 63\ \mu\text{m}$. Due to its high absorption/sorption and heat retention capacities and considering the mineral phases present in the analyzed samples, kaolinite is the most suitable mineral to support both medical and cosmetic applications that are traditionally carried out in Capão Valley. Similarly, the relatively low pH and net negative charges of the samples can account for the detoxifying properties of the studied material, which is important especially for cosmetic applications.

Finally, further important parameters such as rheological properties, specific surface area and cation exchange capacity need to be evaluated in order to accurately access the effectiveness of these materials. In addition, the separation of the silt-clay fraction is highly recommended in order to avoid abrasiveness and promote higher concentrations of clay minerals. Still, the pelitic raw material widely

Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...

used in Capão Valley can be considered suitable for topical applications. More specifically, among the samples, RR1, RY2, HW3 and RW5 are considered more adequate for the refereed uses due to the higher percentage of clay particles and consequently higher content of clay minerals.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

Embora sejam chamadas de argilas pela população, as amostras estudadas no presente trabalho possuem uma porcentagem relativamente pequena de partículas dentro dessa fração granulométrica, sendo silte a fração predominante. Além disso, a presença de partículas dentro da fração areia pode causar abrasividade quando em contato com a pele, principalmente em aplicações cosméticas. As amostras possuem composição química semelhantes, estando presentes elementos essenciais como Si, Al, Ca e Fe. Apesar de serem necessárias análises geoquímicas com limites de detecção mais baixos, a concentração de elementos considerados tóxicos como Cd, Pb, As, Co, V, Ni, Li, Mo e Cu não apresentam riscos em se tratando de aplicações externas. No entanto, devido às altas concentrações de V e a incerteza acerca das concentrações de As, Pb e Ba, o uso interno é desaconselhável.

As amostras são consideradas adequadas para uso tópico com base na mineralogia uma vez que as mesmas não contêm nenhum mineral fibroso. No entanto, a presença de quartzo, geralmente presente na fração areia, contribui para a abrasividade do material. As análises de XRD da fração < 63 µm mostraram a presença de caulinita como o único argilomineral presente nas amostras estudadas. Devido ao seu alto poder de absorção/adsorção e alta capacidade de retenção de calor, a caulinita pode ser considerada o principal mineral responsável pela utilização tanto em tratamentos de saúde quanto em cosméticos no Vale do Capão. Da mesma forma, o pH relativamente baixo e a carga negativa das amostras analisadas contribuem para as propriedades desintoxicantes do material estudado, sendo importante principalmente para o uso em cosméticos.

Outros parâmetros importantes como propriedades reológicas, superfície específica e capacidade de troca catiônica devem ser analisadas para que a efetividade dos materiais estudados sejam propriamente avaliada. Além disso, a separação da fração silte-argila é altamente recomendada a fim de evitar a abrasividade causada pela fração areia e aumentar a concentração de argilominerais no material. No entanto, considerando apenas as propriedades analisadas, o material pelítico amplamente utilizado no Vale do Capão possui grande potencial terapêutico e pode ser considerado apropriado principalmente para aplicações externas. Tem-se ainda que, dentre as amostras estudadas, RR1, RY2, RW3 e RW5 são consideradas as mais adequadas para estes fins devido à maior porcentagem de fração argila e consequentemente maior concentração de argilominerais.

Por fim, levando-se em conta o crescente incentivo às PICS e baseando-se nas descrições pedológicas, a prospecção de materiais semelhantes na região da Chapada Diamantina e em outras partes do país pode ser realizada objetivando uma possível utilização dos mesmos em UBS locais, como acontece no Vale do Capão. Além disso, os materiais podem ainda ser utilizados para a produção de

Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...

cosméticos, contribuindo para a economia local. No entanto, deve-se que ressaltar que antes de iniciar aplicações recomenda-se estudos científicos para avaliação dos materiais.

REFERÊNCIAS

- Abrahams P.W. 2002. Soils: their implications to human health. *The Science of the total environment* 291, 1–32. [https://doi.org/Doi: 10.1016/s0048-9697\(01\)01102-0](https://doi.org/Doi: 10.1016/s0048-9697(01)01102-0)
- Alkmim F.F., Martins-Neto, M.A. 2012. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology* 33, 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2011.08.011>
- Almeida F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de geociências* 7, 349–364.
- Aufreiter S., Hancock, R.G. V., Mahaney, W.C., Stambolic-Robb, a., Sanmugadas, K. 1997. Geochemistry and mineralogy of soils eaten by humans. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 48, 293–305. <https://doi.org/10.3109/09637489709028575>
- Augusto A. 2015. *Manual de Procedimentos Naturistas*. Palmeiras, Bahia, Brasil.
- Barbosa J.S.F., Sabaté P., Marinho, M.M. 2003. O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO NA BAHIA : UMA SÍNTESE. *Revista Brasileira de Geociências* 33, 3–6.
- Carretero M.I. 2002. Clay minerals and their beneficial effects upon human health. A review. *Applied Clay Science* 21, 155–163. [https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(01\)00085-0](https://doi.org/10.1016/S0169-1317(01)00085-0)
- Carretero M.I., Gomes, C.S.F., Tateo, F. 2006. CLAYS AND HUMAN HEALTH. *Handbook of Clay Science* 1, 717–741. [https://doi.org/10.1016/S1572-4352\(05\)01024-X](https://doi.org/10.1016/S1572-4352(05)01024-X)
- Carretero M.I., Pozo, M. 2010. Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries Part II. Active ingredients. *Applied Clay Science* 47, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2009.10.016>
- Carretero M.I., Pozo, M. 2009. Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical industry. Part I. Excipients and medical applications. *Applied Clay Science* 46, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2009.07.017>
- Claudino H. 2010. *Argila medicinal: propriedades benefícios e uso na saúde e estética*. Bom Retiro: Ed. Elevação.
- Costantino M., Lampa, E. 2005. [Psoriasis and mud bath therapy: clinical-experimental study]. *La Clinica terapeutica* 156, 145—149.
- Cruz S.C.P., Alkmim F.F. 2007. A história de inversão do aulacógeno do Paramirim contada pela sinclinal de Ituaçu , extremo sul da Chapada Diamantina (BA). *Revista Brasileira de Geociências* 37, 92–110.

- Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...
- Droy-lefaix M.T., Tateo F. 2006. CLAYS AND CLAY MINERALS AS DRUGS 1, 743–752.
[https://doi.org/10.1016/S1572-4352\(05\)01025-1](https://doi.org/10.1016/S1572-4352(05)01025-1)
- Dussin I.A., Dussin T.M. 1995. SUPERGRUPO ESPINHAÇO: MODELO DE EVOLUÇÃO GEODINÂMICA. *Geonomos* 3.
- Embrapa E.B.D.P.A. 1997. Manual de Métodos de Análise de Solo, 2ª. ed.
- EP 7.0 2011. European Pharmacopoeia, 7th ed. Strasbourg, France.
- Ferrell R.E. 2008. Medicinal clay and spiritual healing. *Clays and Clay Minerals* 56, 751–760.
<https://doi.org/10.1346/CCMN.2008.0560613>
- Finkelman R.B., Centeno, J.A., Selinus, O. 2005. Medical Geology - the emergence of a new discipline. *Terræ* 3–8.
- Förstner U. 2004. Traceability of sediment analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 23, 217–236.
[https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(04\)00312-7](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(04)00312-7)
- Foster J.W. 2000. Microbial responses to acid stress, *Bacterial Stress Responses*.
- Gomes C. de S.F. 2013. Naturotherapies Based on Minerals. *Geomaterials* 3, 1–14.
<https://doi.org/10.4236/gm.2013.31001>
- Gomes C. de S.F., Silva, J.B.P. 2007. Minerals and clay minerals in medical geology. *Applied Clay Science* 36, 4–21. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.08.006>
- Gomes C.D.S.F. 2017. Healing and edible clays: a review of basic concepts, benefits and risks. *Environmental Geochemistry and Health* 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9903-4>
- Gomes C.S.F. Hernandez, R., Sequeira, M.C., Silva, J.B.P. 2009. Characterization of clays used for medicinal purposes in the archipelago of cape verde. *Geochimica Brasiliensis* 23, 315–331.
- Gopinath et al. 2003. Estudo comparativo da composição química e as variedades de argilas bentoníticas da região de boa vista, Paraíba. *Paraíba, Revista de Geologia*, vol. 16, n. 1, p. 35-48.
- Guimarães J.T. 2005. Projeto Ibitiara - Rio De Contas: Estado da Bahia.
- Hauck L. B. P. 2011. Curso de Geoterapia Estética e Atualização em Geoterapia direcionados a prática clínica em estética facial utilizando a matéria argila como potencializador da beleza e da saúde. Florianópolis- SC. Lótus.
- ICMBio 2007. Plano de Manejo: Versão preliminar. Parque Nacional da Chapada Diamantina 506.
- Jackson, M.L., 1969. Soil Chemical Analysis - Advanced Course, 2º. ed. Jackson, M. L., Madison, Wisconsin.
- Laureano F.V. 1998. O Registro Sedimentar Clástico Associado Aos Sistemas de Cavernas Lapa Doce

- e Torrinha, Município de Iraquara, Chapada Diamantina (BA). Geociências, Instituto D E.
- Lins C.A.C. 2002. Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica (PGAGEM).
- Londono S. Williams L., Carolina S., Lynda L. 2015. Unraveling the antibacterial mode of action of a clay from the Colombian Amazon from the Colombian Amazon. *Environmental Geochemistry and Health*. <https://doi.org/10.1007/s10653-015-9723-y>
- López-Galindo A., Viseras C., Cerezo P. 2007. Compositional, technical and safety specifications of clays to be used as pharmaceutical and cosmetic products. *Applied Clay Science* 36, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.016>
- Mascolo N., Summa V., Tateo F., Emanuele V., Sa, F. 1999. Characterization of toxic elements in clays for human healing use. *Applied Clay Science* 491–500.
- Matike D.M.E., Ekosse G.I.E., Ngole V.M. 2011. Physico-chemical properties of clayey soils used traditionally for cosmetics in Eastern Cape , South Africa 6, 7557–7566. <https://doi.org/10.5897/IJPS11.1249>
- Medeiros G.M.S. 2007. Geoterapia: teorias e mecanismos de ação: um manual teórico– prático. Tubarão: Unisul.
- Medeiros G.M.S. 2013. O poder da argila medicinal: princípios teóricos, procedimentos terapêuticos e relatos de experiências clínicas. Blumenau: Nova Letra.
- Mekaru T., Uehara G. 1972. Anion Adsorption in Ferruginous Tropical Soils. *Soil Science Society of America* 36, 83–93. <https://doi.org/10.2136/sssaj1972.03615995003600020027x>
- Ministério da Saúde 2017. PORTARIA No- 849, DE 27 DE MARÇO DE 2017. 1–7.
- Ministério da Saúde 2008. Práticas Integrativas e complementares em saúde: uma realidade no SUS. *Revista Brasileira Saúde da Família* 76.
- Ministério da Saúde 2006. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS. *Ciência & Saúde Coletiva*. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232006000300034>
- Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2010. *Farmacopéia Brasileira*. *Diário Oficial da União* 1, 546. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>
- MMA 2005. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina, Brasília: Ministério do meio ambiente.
- Morekhure-Mphahlele R., Focke W.W., Grote W. 2017. Characterisation of vumba and ubumba clays used for cosmetic purposes. *South African Journal of Science* 113, 2–6. <https://doi.org/10.17159/sajs.2017/20160105>

- Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...
- Mpuchane S.F., Ekosse G.I.E., Gashe B.A., Morobe I., Coetzee S.H. 2010. Microbiological characterisation of southern African medicinal and cosmetic clays. *International Journal of Environmental Health Research* 20, 27–41. <https://doi.org/10.1080/09603120903254025>
- Pedreira A.J. 1997. Sistemas deposicionais da Chapada Diamantina centro-oriental, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências* 27, 229–240.
- Pereira R.G.F. de A., 1998. Caracterização Geomorfológica e Geoespeleológica do Carste da bacia do rio Una, borda Leste da Chapada Diamantina (Município de Itaetê, estado da Bahia).
- PERETTO I. C. 1999. Argila: um santo remédio e outros remédios compatíveis. São Paulo, Paulinas
- Periódico de documentação profissional em estética. Vida Estética. Rio de Janeiro – RJ : Editores: Luiz Fernando Lombba e Luiz Marcos Lomba, 2004.
- Ramírez R.R., Salazar J.C., Humberto J., Tuero G. 2004. Peloidoterapia en las heridas quirúrgicas infectadas 8, 32–38.
- Rautureau M., Gomes C. de S.F., Liewig N., Katouzian-Safadi M. 2017. Clays and health: Properties and therapeutic uses. *Clays and Health: Properties and Therapeutic Uses* 1–217. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42884-0>
- Sampaio J. A. 2008. et al. Manganês: comunicação técnica elaborada para o livro rochas minerais industriais: usos e especificações. parte 2 – rochas e minerais industriais: usos e especificações. Centro de Tecnologia Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, pág. 633-648. Cap. 28. Disponível em: <<http://simineral.org.br/arquivos/MangansCETEM.pdf>>. Acessado em 15 fev. 2017.
- Santos H.G., Jacomine P.K.T, Anjos L.H.C., Oliveira V.A., Coelho M.R, Lumbrreras J.F., Cunha T.J.F. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos, Rio de Janeiro: Embrapa Solos. <https://doi.org/ISBN 978-85-7035-198-2>
- Selinus O., 2004. Medical Geology: an emerging speciality. *Terræ* 1, 8–15. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- SEMA/BA, CI-Brasil 2016. RELATÓRIO FINAL PROJETO : MODELAGEM DE ÁREAS BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU/BA.
- Siegenthale, D., 2005. Importance of Your Skin's pH [WWW Document]. URL <http://ezinearticles.com/?Importance-of-Your-Skins-pH&id=55208> (acessado 12.20.17).
- Silva P.S.C., Oliveira S.M.B., Farias L., Fávaro D.I.T., Mazzilli B.P. 2011. Chemical and radiological characterization of clay minerals used in pharmaceuticals and cosmetics. *Applied Clay Science* 52, 145–149. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2011.02.013>

- Silva A.J.D.C.L.P. da 1994. O supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina centro - oriental, Bahia: sedimentologia, estratigrafia e tectônica. Tese de doutoramento - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 174.
- Sousa C., Casagrande P., Corrêa T. 2015. Mapeamento Geológico na Escala 1:25.000 da Porção Norte do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Lençóis/BA. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Sousa R.C., Duarte J., Medeiros G.M. da S. 2013. Geoterapia: Origens e Percurso Histórico. Universidade do Sul de Santa Catarina.
- Stariolo D. 2009. Introdução a Física da Matéria Condensada. Departamento de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~stariolo/ensino/curso_2009.pdf>. Acessado em 15 fev. 2017.
- Tateo F., Summa V., Giannossi M.L., Ferraro G. 2006. Healing clays: Mineralogical and geochemical constraints on the preparation of clay-water suspension (“argillic water”). *Applied Clay Science* 33, 181–194. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.05.004>
- Töth E.M.R. 1997. Chapada Diamantina - Rochas Pré-Cambrianas E Pinturas Rupestres do Homem Pleistocênico. *Clio Arqueológica* 12, 191–203.
- Toyoki B.K., Oliveira A.C.T. de 2015. Argiloterapia: Levantamento Dos Constituintes E Utilizações Dos Diferentes Tipos De Argila. *Revista eletrônica Belezain* 27.
- U. S. Food and Drug Administration/Center for Biologics Evaluation and Research Cder 2015. Guidance for Industry Q3D Elemental Impurities. Food and Drug Administration 1–85.
- United States Department of Agriculture 1987. USDA Textural Soil Classification. Soil Mechanics Level I Module 3 - USDA Textural Soil Classification.
- Van Reeuwijk L.P. 2002. Procedures for soil analysis, 6th ed. International Soil Reference and Information Centre/ Food and Agriculture Organization of the United Nations, Wageningen.
- Veniale F, Better A, Jobstraibizer P, Setti M 2007. Thermal muds: perspective of innovations. *Applied Clay Science*. 36: 141-147.
- Vila y Campaña M. 2000. Manual de geoterapia aplicada. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Programa Nacional de Medicina Complementária. Peru. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/texcom/manualesMEC/geoterapia/geoterapia.html>>. Acessado em: 15 fev. 2017.
- Williams L.B., Haydel S.E. 2010. Evaluation of the medicinal use of clay mineral as antibacterial agents. *International Geology Rev.* 52, 745–770. <https://doi.org/10.1080/00206811003679737>.Evaluation
- Williams L.B., Haydel S.E., Giese R.F., Eberl D.D. 2008. Chemical and mineralogical characteristics of French green clays used for healing. *Clays and Clay Minerals* 56, 437–452.

Nardy B. C. 2018, Caracterização do material pelítico utilizado para fins terapêuticos, cosméticos e de higiene...

<https://doi.org/10.1346/CCMN.2008.0560405>

World Health Organization (WHO) 2013. WHO Traditional Medicine Strategy: 2014-2023. World Health Organization (WHO) 1–76. <https://doi.org/2013>

World Health Organization (WHO) 2002. WHO Traditional Medicine Strategy: 2002-2005. World Health Organisation Geneva 1–74. <https://doi.org/WHO/EDM/TRM/2002.1>

Woywodt A., Kiss A. 2002. Geophagia: the history of earth-eating. *Journal of the Royal Society of Medicine* 95, 143–146. <https://doi.org/10.1258/jrsm.95.3.143>

ANEXO 1

PERFIS DE SOLO

O relevo na área de estudo é caracterizado como ondulado, sendo que os perfis descritos apresentaram pouca variação de altitude, indo de 907m a 933m. De forma geral, os pontos descritos não apresentam erosão aparente nem pedregosidade. Nos pontos RR1, RY2, A vegetação nativa foi removida e substituída por pastagem.

Estes perfis estão inseridos no domínio do Grupo Paraguaçu, formado por pacotes alternados de metapelitos e metarenitos, onde o solo foi desenvolvido *in situ*. No entanto, com exceção do Perfil 4, não há presença de afloramentos nos pontos descritos.

PERFIL 1

PONTO	COORDENADAS			FOTO	
	X	Y	Z		
RR1	0229231	8601016	907		
CARACTERÍSTICAS MORFOFÓLIGAS					
Horizonte	O	A	A2	Bi	C
Profundidade (cm)	0 – 7	7 – 27	27 – 110	110 – 200	200 – 315 ⁺

Cor úmida	5YR 5/8	5YR 6/4	7.5YR 5/6	5YR 6/6	2.5YR 5/6* e 10YR 5/6
Mosqueamento	-	-	-	Comum, peq.	Abundante, distinto, de méd. a gde.
Raízes	Finas, 8%	-	-	-	-
Textura	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa
Estrutura/ tamanho	Subangular; 30% peq., 65% méd., 5% gde.	Subangular; 60% peq, 40% méd.	Subangular a angular; 25% peq., 65% méd., 10% gde	Prismática a colunar, 90% muito peq., 10% peq.	Angular, 10% muito peq., 30% peq., 60% gde.
Porosidade	Pequenos	Pequenos a médios	Pequenos	Pequenos	Sem poros visíveis
Cerosidade	Fraca	Fraca	Fraca	Moderada	Forte
Consistência seca/úmida	Muito friável	Macia/ friável	Macia/ friável	Ligeiramente dura/ firme	Ligeiramente dura/ firme
Transição	Clara, ondulada	Gradual, Irregular	Gradual, Ondulada	Difusa, Irregular	-

***Cor principal; mpeq = Muito pequeno; peq = pequeno; méd = médio; gde = grande; mgde = muito grande**

Obs.: O horizonte B2 possui ainda um nível arenoso com coloração acinzentada medindo em torno de 10 cm.

PERFIL 2

PONTO	COORDENADAS			FOTO
	X	Y	Z	
RY2	0229156	8601127	933	

CARACTERÍSTICAS MORFOFÓLIGAS

Horizonte	AO	A2	C	C2
Profundidade (cm)	0 – 30	30 - 95	95-165	110 – 230 ⁺
Cor úmida	10YR 5/6	10YR 5/8	7.5YR 5/8*, 5YR 5/8	10YR 6/8
Mosqueamento	-	-	Comum, distinto, grande	Comum, difuso, médio a grande
Raízes	Poucas, finas a grande	Raras, finas a médias	Raras, muito finas a finas	Raras, muito finas a finas
Textura	Franco-siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa
Estrutura/tamanho	Granular a subangular, 55% peq., 45% med.	Angulas, 65% peq., 35% méd.	Prismática mpeq. e subangular peq.	Subangular, peq.
Poros	Pequenos a médios	Poucos, pequenos	Pequenos a médios	Pequenos
Cerosidade	Fraca	Moderada	Forte	Forte

Consistência	Muito friável	Ligeiramente dura/	Ligeiramente dura/	Macia/ muito
seca/úmida		dura	friável	friável
Transição	Gradual, irregular	Gradual, ondulada	Gradual, ondulada	-

***Cor principal; mpeq = Muito pequeno; peq = pequeno; méd = médio; gde = grande; mgde = muito grande**

Obs.: O horizonte AO apresenta aproximadamente 2% de fragmentos minerais angulares a subangulares, variando de 5 a 15 mm. Possuem distribuição aleatória e coloração vermelho-arroxeadas. No horizonte A2 encontra-se ainda grãos e fragmentos de rocha subangulares a angulares, variando de 1 a 5 cm.

PERFIL 3

PONTO	COORDENADAS			FOTO
	X	Y	Z	
HY3	0228605	8609497	929	

CARACTERÍSTICAS MORFOFÓLIGAS

Horizonte	A	A2	C	Cr
Profundidade (cm)	0 – 15	15 - 25	25 - 80	80 – 85 ⁺
Cor úmida	10YR 6/4	10YR 8/3*	10YR 8/2	
Mosqueamento	-	Abundante, difuso, pequeno	-	Comum, difuso, médio a grande
Raízes	Poucas, muito finas a finas	Raras, finas a médias	-	Raras, muito finas a finas
Textura	Franca	Franca	Franco siltosa	Franco siltosa
Estrutura/tamanho	Subangular, 55% mpeq, 35% peq., 10% méd	Subangular, 65% mpeq, 30% peq, 5% méd	Angular a subangular, 15% mpeq, 60% peq., 25% méd	Subangular, 10% mpeq, 50% peq, 35% méd, 5% gde

Poros	Comuns, mpeq e peq	Comuns, mpeq e peq	Comuns, peq	Comuns, mpeq
Cerosidade	Fraca	Fraca	Moderada	Fraca
Consistência seca/úmida	Macia/muito friável	Macia/muito friável	Ligeiramente dura/ friável	Ligeiramente dura/ firme
Transição	Clara, irregular	Clara, ondulada	Clara, ondulada	-

***Cor principal; mpeq = Muito pequeno; peq = pequeno; méd = médio; gde = grande; mgde = muito grande**

Obs.: Presença de 2-5% mica no horizonte Cr.

PERFIL 4

PONTO	COORDENADAS			FOTO
	X	Y	Z	
HY4	0228605	8609497	929	

CARACTERÍSTICAS MORFOFÓLIGAS

Horizonte	A	C	Cr
Profundidade (cm)	0 – 18	18-30	80 - 89
Cor úmida	10YR 7/6	10YR 8/4*	10YR 8/8
Mosqueamento	-	Pouco, difuso, peq	Abundante, difuso, méd a gde
Raízes	Poucas, muito finas a finas	-	-
Textura	Franco-arenosa	Franca	Franca
Estrutura/ tamanho	Subangular, 55% peq a 45% méd	Subangular, 40% peq, 60% méd	Subangular, de mpeq a mgde
Poros	Comuns, mpeq e peq	Comuns, peq	Comuns, peq
Cerosidade	Fraca	Fraca/moderada	Fraca/moderada
Consistência seca/úmida	Ligeiramente dura/ friável	Ligeiramente dura/ friável	Ligeiramente dura/ firme
Transição	Clara, plana	Clara, plana	-

***Cor principal; mpeq = Muito pequeno; peq = pequeno; méd = médio; gde = grande; mgde = muito grande**

Obs.: O horizonte AB apresenta muito poucos nódulos e moldes, macios e esféricos, variando de 0,3 a 0,5 cm, com a mesma cor do horizonte. O horizonte Cr possui cerca e 5% de mica.

Neste ponto, na porção superior da topografia, foi descrito um afloramento de pelito, com coloração vermelho-arroxeadada possuindo cerca de 5 a 10% de minerais micáceos. No metapelito pôde-se observar a presença de chips de argila e sigmóides variando de 5 a 10 cm. As medidas de foliação realizadas foram de 315/20 e 320/23. Além disso, foi medida a lineação mineral: 325/8.

PERFIL 5

PONTO	COORDENADAS			FOTO
	X	Y	Z	
RW5	0227794	8604916	912	

CARACTERÍSTICAS MORFOFÓLIGAS

Horizonte	O	AO	A	C	Cr
Profundidade (cm)	0 – 33	33 – 63	63 – 109	109 – 171	171 -
Cor úmida	2.5YR 2.5/2	10YR 6/2*	10YR 8/3*	10YR 8/2* e 10YR 8/6	7.6YR 8/4*, 10YR 6/2 e 10YR 3/2
Mosqueamento	-	Abundante, distinto, peq a méd	Comum, difuso, peq a méd	Comum, distinto, méd a gde	Comum, distinto, méd a gde
Raízes	Poucas, muito finas a médias	Raras, muito finas a finas	-	-	-
Textura	Franca	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa
Estrutura/ tamanho	Subangular, 65% peq, 5% med, 30% gde	Subangular, 40% mpeq,	Subangular, 40% mpeq,	Angular, 5% mpeq, 25%	Angular, 20% peq, 50% méd, 20%

		50% peq,	50% peq,	peq, 60%	gde., 10%
		10% gde	10% gde	méd, 10% gde	muito gde
Poros	Poucos, méd a gde	Poucos, peq a méd	Poucos, peq a méd	Raros, peq	Raros, peq
Cerosidade	Fraca	Fraca	Moderada	Moderada	Moderada
Consistência seca/úmida	Muito friável	Macia/ friável	Ligeiramente dura/friável	Macia/ muito friável	Ligeiramente dura/ friável
Transição	Clara, ondulada	Gradual, irregular	Gradual, irregular	Clara, ondulada	-
Obs.: *Cor principal; mpeq = Muito pequeno; peq = pequeno; méd = médio; gde = grande; mgde = muito grande					

PONTO CW6

PONTO	COORDENADAS			FOTO
	X	Y	Z	
CW6	0227515	8605016	929	