



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

MARIA BARBOSA DA SILVA CORDEIRO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ARGILAS BENTONITICAS DO
MUNICIPIO DE SOSSEGO-PB PARA USO EM COSMÉTICOS**

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

MARIA BARBOSA DA SILVA CORDEIRO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ARGILAS BENTONITICAS DO
MUNICIPIO DE SOSSEGO-PB PARA USO EM COSMÉTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Química industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Química Industrial.

Área de concentração: Físico-química.

Orientador: Prof. Dr. Juracy Regis de Lucena Junior.

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C794c Cordeiro, Maria Barbosa da Silva.
Caracterização físico-química de argilas bentoníticas do município de Sossego-PB para uso em cosméticos [manuscrito] / Maria Barbosa da Silva Cordeiro. - 2021.
46 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Juracy Regis de Lucena Junior, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."

1. Bentonita. 2. Cosméticos. 3. Análise físico-química. I.
Título

21. ed. CDD 661

MARIA BARBOSA DA SILVA CORDEIRO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ARGILAS BENTONÍTICAS DO
MUNICÍPIO DE SOSSEGO-PB PARA USO EM COSMÉTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Química industrial.

Área de concentração: Físico-química.

Aprovada em: 31/05/2021

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Juracy Regis de Lucena Junior (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa,
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Profa. Dra. Maristela Alves da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais Sebastiana Barbosa e Manoel Joaquim, pela dedicação, apoio, confiança e por nunca soltar a minha mão, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por me capacitar, guiar e me fortalecer, diante das dificuldades, sua presença foi forte em cada detalhe e não permitiu que eu desanimasse pelo percurso.

Aos meus pais, Sebastiana Barbosa e Manoel Joaquim, por ser meu alicerce, por me incentivarem a estudar, a buscar conhecimento, pois como eles mesmo dizem “podem te tirar tudo, mas o seu conhecimento jamais vão tirar de você”, durante toda minha vida sempre me incentivaram e mesmo com todas as dificuldades sempre fizeram de tudo para que eu e meus irmãos pudéssemos estudar.

Aos meus irmãos Emanuel e Helder, aos meus sobrinhos Maria Heloíse e Joaquim que alegrem minha vida com seu amor. A minha cunhada Albanise por sua amizade e apoio.

Aos meus familiares em nome de Manoel Barbosa e Vital Barbosa, que acreditaram e me ensinaram muito na prática sobre a importância da minha profissão. Aos meus tios Bento e Glória que me acolheram em sua casa no início dessa trajetória, vocês são muito importantes pra mim.

Aos meus amigos em nome de Alanna Costa, Camila Nunes, Fernanda Rodrigues, pelo companheirismo, por estarem sempre ao meu lado nesse percurso, por dividirem comigo as alegrias e angústias, por sempre me motivarem a seguir em frente, por às vezes acreditarem mais em mim, do que eu própria.

Aos meus colegas que dividiram cada disciplina comigo, por cada partilhar e troca de conhecimento.

Aos meus professores, se fosse pra citar todos que são e foram importantes durante minha vida acadêmica iria preencher muitas laudas, por isso agradeço a todos em nome dos professores que gentilmente aceitaram esta presente na minha banca de defesa deste trabalho os queridos professores Maristela Alves e Antonio Augusto, ambos muito especiais e que fizeram a diferença na minha vida acadêmica, da professora Maristela Alves posso dizer que marcou tanto, que tenho convicção que não esquecerei sobre transferências de calor, ao Professor Antonio Augusto, devo minha gratidão, pois foi quem me deu a oportunidade de ter o contato com a pesquisa científica, através do PIBIC, sou grata por todos os ensinamentos e cobranças feitas, pois me prepararão profissionalmente.

Ao querido Professor e Orientador Juracy Regis, pois sempre foi exemplo de profissional, tenho uma admiração enorme, além de ser sempre muito prestativo, atencioso com seus alunos, sempre por ensinar com dedicação e estimulando seus alunos a aprenderem,

a buscar seus direitos, sempre comento que ele apóia e acredita tanto na capacidade dos alunos crescerem e evoluírem, que nos alunos podemos conseguir o que quisemos, basta ter dedicação e força de vontade. Brinco que ele acredita mais no meu potencial do que eu própria, durante a construção desse trabalho.

Palavras não são capazes de descrever o quanto sou grata a todos aqui citados, e aos que estão aqui lembrados em meu coração, então peço a Deus que abençoe a todos que fizeram parte da minha trajetória e os conceda saúde e felicidade.

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se a caracterização físico-química de três argilas bentoníticas (Amarela, cinza e verde) do município de Sossego - PB, para uso em cosmético. A metodologia consistiu em avaliar de acordo com a composição química de cada uma das argilas e quais suas possíveis aplicações. Sendo assim, realizadas as análises organolépticas, as análises físicas de umidade, granulometria, pH e análise química de fluorescência de raio X. Os resultados demonstraram que a argila amarela e verde tem grande potencial para uso em cosméticos, obtendo resultados satisfatórios em todas as análises. No entanto na argila cinza foi encontrado traços do metal Bário (Ba), que segundo a RDC nº 48 da ANVISA é considerado prejudicial a saúde e não pode conter em produtos cosméticos. Conclui-se, portanto que a argila cinza não se adequa as exigências para uso em cosméticos, apenas as argilas amarela e a argila verde atende as exigências e podem ser usadas tanto de forma direta como máscaras em pó ou em formulações diversas de cosméticos.

Palavras-Chave: Bentonita. Cosméticos. Análise físico-química.

ABSTRACT

The aim of this work was to characterize the physicochemical characterization of three bentonite clays (yellow, gray and green) from the municipality of Sossego - PB, for use in cosmetics. The methodology consisted of evaluating according to the chemical composition of each of the clays and what are their possible applications. Thus, organoleptic analyzes, physical analyzes of moisture, particle size, pH and chemical analysis of X-ray fluorescence were performed. The results showed that yellow and green clay has great potential for use in cosmetics, obtaining satisfactory results in all analyzes. . However, traces of the metal Bário (Ba) were found in gray clay, which according to RDC nº 48 of ANVISA is considered harmful to health and cannot be contained in cosmetic products. It is concluded, therefore, that the gray clay does not suit the requirements for use in cosmetics, only yellow clays and green clay meet the requirements and can be used both directly and as powder masks or in various cosmetic formulations.

Keywords: Bentonite. Cosmetics. Chemical physical analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 – | Localização de Font Benton (EUA)..... | 15 |
| Figura 2 – | Estrutura cristalina da montmorilonita | 17 |
| Figura 3 – | Estrutura laminar dos argilominerais | 17 |
| Figura 4 – | Inchamento de bentonita sódica e cálcicas..... | 18 |
| Figura 5– | Localização dos municípios de Boa Vista, Cubati, Sossego e Pedra Lavrada | 19 |
| Figura 6– | Região geográficas imediatas da Paraíba | 19 |
| Figura 7– | Lama de perfuração | 24 |
| Figura 8– | Pelotas de ferro | 24 |
| Figura 9– | Preparação de moldes de fundição | 25 |
| Figura 10– | Filtração de óleos vegetais | 25 |
| Figura 11– | Impermeabilização de bacias | 26 |
| Figura 12– | Granulado absorvente incorporando os dejetos..... | 26 |
| Figura 13 – | Esquema de funcionamento do espectrômetro de fluorescência de raio X... | 30 |
| Figura 14 – | Localização do sitio Timbauba, zona rural de Sossego – PB | 32 |
| Figura 15 – | Bentonita amarela ED e jazida de onde foi extraída | 32 |
| Figura 16 – | Jazida de onde foi extraída a bentonita cinza ML | 33 |
| Figura 17 – | Jazida de onde foi extraída a bentonita verde JM | 33 |
| Figura 18 – | Aparelhagem utilizada para realização da análise do teor de umidade | 35 |
| Figura 19 – | Peneiras utilizadas para determinação granulométrica | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 1 – | Determinação das propriedades físico-químicas das bentonitas | 38 |
| Tabela 2 – | Determinação das características organolépticas das bentonitas | 39 |
| Tabela 3 – | Composição química por fluorescência de raio X | 40 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANM | Agência Nacional de Mineração |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| BUN | Bentonit União S.A |
| CEMP | Comissão de Estudos de Matérias Primas |
| CTC | Capacidade de troca catiônica |
| DNPM | Departamento nacional de produção mineral |
| EUA | Estados Unidos da America |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| NBR | Norma brasileira |
| UBM | União Brasileira de Mineração S.A |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 2.1 | Minerais argilosos | 14 |
| 2.2 | Bentonita | 15 |
| 2.2.1 | <i>Bentonitas do Estado da Paraíba</i> | <i>18</i> |
| 2.3 | Principais aplicações da bentonita | 23 |
| 2.3.1 | <i>Agente tixotrópico de fluidos de perfuração de poços de petróleo e d'água ...</i> | <i>23</i> |
| 2.3.2 | <i>Pelotização de minérios de ferro</i> | <i>24</i> |
| 2.3.3 | <i>Aglomerante de areias de moldagem usadas em fundição.....</i> | <i>25</i> |
| 2.3.4 | <i>Descoramento e filtração de óleos vegetais, minerais e animais.....</i> | <i>25</i> |
| 2.3.5 | <i>Impermeabilização de bacias</i> | <i>26</i> |
| 2.3.6 | <i>Granulado absorvente de dejetos de animais domésticos.....</i> | <i>26</i> |
| 2.3.7 | <i>Agente espessante de tintas</i> | <i>27</i> |
| 2.4 | Uso de bentonita para fins cosméticos | 27 |
| 2.5 | Métodos de análise instrumental | 29 |
| 2.5.1 | <i>Florescência de raio X</i> | <i>29</i> |
| 3 | METODOLOGIA | 31 |
| 3.1 | Coletas e preparação de amostras..... | 31 |
| 3.1.1 | <i>Coleta de amostras</i> | <i>31</i> |
| 3.1.2 | <i>Preparação de amostras - Moagem</i> | <i>34</i> |
| 3.2 | Análises realizadas em laboratório | 34 |
| 3.2.1 | <i>Determinações do teor de umidade CEMP 105</i> | <i>34</i> |
| 3.2.2 | <i>Análise granulométrica em peneiras(NBR 7181.....</i> | <i>35</i> |
| 3.2.3 | <i>Determinação de pH</i> | <i>36</i> |
| 3.2.4 | <i>Características organolépticas</i> | <i>37</i> |
| 3.3 | Fluorescência do raio X | 37 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 38 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 42 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 43 |

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo de mineração teve início no final do século XVII, durante esse período os bandeirantes de São Paulo descobriram que essas riquezas minerais estavam presentes em nosso solo. O Estado da Paraíba apresenta uma gama de riquezas minerais, as quais possuem uma grande importância para os diversos segmentos industriais, na fabricação de variados bens utilizados cotidianamente, graças a sua geologia bastante diversificada (CORDEIRO & SOUSA, 2019).

Segundo NEUMANN *et. al.* em 2000, o termo bentonita foi pela primeira vez aplicado a um tipo de argila plástica e coloidal de uma rocha descoberta em Fort Benton, Wyoming-EUA. Embora, originalmente, o termo bentonita se referisse à rocha argilosa descoberta, atualmente designa argila constituída principalmente do argilomineral montmorilonita.

Todas as bentonitas encontradas e extraídas no Brasil são de natureza cálcica e para serem utilizadas, industrialmente, precisam ser ativadas com carbonato de sódio (barrilha), para serem transformadas em sódicas. A bentonita sódica tem o sódio como elemento dominante ou como um íon tipicamente trocável, apresentando uma alta capacidade de inchamento de até 40 vezes seu volume inicial e tem as características de uma massa, quando adicionada água. Quanto à bentonita cálcica, tendo o cálcio como íon predominante, apresenta menor capacidade de inchamento (LUZ & OLIVEIRA, 2008).

A uma crescente busca por produtos naturais, pela necessidade de procedimentos mais saudáveis e que não causem impactos ao meio ambiente. A utilização de argilas para fins terapêuticos, estéticos e medicinais são datados desde os primórdios das civilizações para tratamento de feridas, inibição de hemorragias, picadas de animais e em tratamentos estéticos. A composição mineralógica das argilas é o que define suas diferentes propriedades, variando de argila para argila. Podendo destacar que as principais propriedades são ação antiinflamatória, antioxidante e cicatrizante. Também por retardar o envelhecimento da pele, fornece a capacidade de regeneração da pele, hidratação e clareamento de manchas (TERRAMATER, 2021).

As argilas utilizadas para fins cosméticos e farmacêuticos devem seguir uma série de requisitos de segurança química (pureza, estabilidade, inércia química), física (tamanho da partícula, textura) e toxicológica (controlado teor de metais pesados), para oferecerem produtos com alto grau de qualidade (BERGAYA *et. al.*, 2006; MATTIOLI *et. al.*, 2016, LOPÉZ-GALINDO; VÍSERAS,2004).

Diante do exposto, este trabalho visa investigar três argilas bentoníticas cálcicas provenientes do município de Sossego – PB, para utilização em fins cosméticos. Foram realizadas as análises organolépticas, as análises físicas de umidade, granulometria, pH e análise química de fluorescência de raio X. Seguindo as exigências da legislação ANVISA RDC nº 48/2006, que se refere à presença de metais listados como proibidos que possa ocasionar danos à saúde, cujo objetivo foi avaliar a potencialidade dessas bentonitas para uso em cosméticos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Minerais argilosos

Os minerais argilosos são silicatos de alumínio no estado cristalino pertencentes ao grupo dos filossilicatos, ou seja, silicatos que formam lâminas, de baixa dureza, densidade relativamente baixa e boa clivagem em uma direção e dimensões extremamente pequenas de seus cristais. Os filossilicatos formam uma estrutura tridimensional mais complexa porque são partilhados os três oxigênios basais de cada tetraedro, originando estruturas planares – camadas tetraédricas, isto é, estruturas que crescem segundo duas direções. Os minerais argilosos são constituídos por: unidades tetraédricas com um cátion central de Si rodeado por O^{2-} ou OH^- e unidades octaédricas com cátion central de Al, Fe ou Mg, rodeado de OH^- ou O^{2-} (SAMPAIO, 2006).

O uso de materiais argilosos para fins cosméticos, ou mesmo medicinal, trata-se em verdade de uma prática antiga, relatos datam que os egípcios faziam uso de argilas como máscaras faciais (ZAGUE *et al.*, 2006). Desde tempos remotos a comunidade indígena faz o uso de argilas no processo de cicatrização de ferimentos, o uso terapêutico dessas argilas também é um pratica comum datada historicamente, a qual foi trazida aos dias atuais por clinicas estética e spas (SIVA-VALENZUELA *et al.*, 2013).

Em 2019, as substâncias da classe dos não metálicos responderam por cerca de 20% do valor total da produção mineral brasileira. A atividade mineral de substâncias não metálicas voltadas para o mercado interno, segundo dados do Anuário Mineral Brasileiro – DNPM de 2020.

Os minerais argilosos estão entre os minerais economicamente mais importantes, cerca de 90% do total produzido destinam-se à fabricação de agregados e materiais de construção. Os 10% restantes têm variada aplicação, que inclui absorventes, tintas, papel, borracha, decorantes e produtos químicos e farmacêuticos, sendo úteis ainda na indústria do petróleo e na agricultura (BRANCO, 2014).

Os grupos principais dos minerais argilosos são:

- ✓ Caulinite;
- ✓ Talco-Pirofilites;
- ✓ Esmectites - inclui a montmorilonite (bentonita);
- ✓ Vermiculites;
- ✓ Micas - incluem micas hidratadas (ilite);

✓ Clorites.

Dentre esses grupos os três principais são: Caulinite; Esmeclite-Montmorilonite e Ilite. Contudo esse estudo em nível de destaque vai aprofunda-se apenas em relação ao grupo da esmeclite na qual a bentonita esta incluída.

2.2 Bentonita

O termo “bentonita” foi citado pela primeira vez na literatura pelo geólogo Knigth em 1897, referindo-se a uma argila de consistência plástica e coloidal localizada em uma jazida nas proximidades de Fort Benton em Wyoming (EUA) (Figura 1), sendo caracterizado pela primeira vez como um tipo de argila industrial (NEUMANN, *et al.*, 2000).

Conhecida como bentonita de Wyoming, a mesma é lavrada nos três principais distritos que atravessam os estados de Wyoming, Montana e South Dakota. As cinco usinas que produzem bentonita sódica na região constituem o distrito mineiro de bentonita mais antigo do mundo (ELZEA & MURRAY, 1995; LUZ *et al.*, 2008).

Figura 1- Localização de Font Benton (EUA).



Fonte: Google, Adaptado pelo autor, 2021.

Posteriormente as análises indicavam que esta argila continha um mineral predominante chamado “montmorilonita”, em razão da cidade francesa ‘Montmorillon’ onde foi encontrada pela primeira vez. O fato de ter sido descoberta nos Estados Unidos contribuiu

para sua rápida difusão em todo o mundo, tendo como causa a aceleração do desenvolvimento de suas aplicações e, em pouco tempo, esse país tornou-se o maior produtor mundial de bentonita sódica natural, posição que ocupa até o presente momento. As maiores reservas de bentonita sódica natural conhecidas estão situadas nos Estados Unidos e Argentina (VULGEL, 2021).

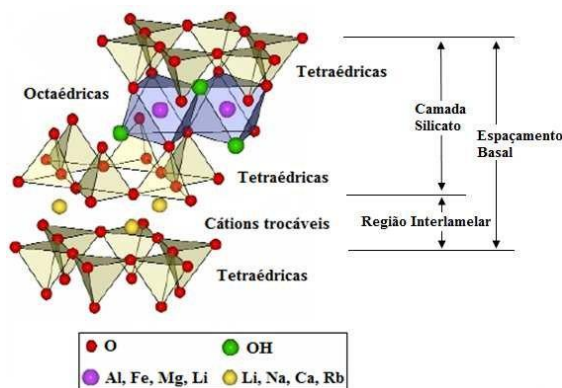
Para as bentonitas, que são argilas do grupo esmectitas e origina-se mais freqüentemente das alterações de cinzas vulcânicas, os registros datam de 1888 na região de Rock-Creek, próximo ao Fort Benton, estado de Wyoming (EUA). Essa argila sódica natural foi reconhecida como uma variedade especial, pois possuía a propriedade tixotrópica, tendo a capacidade de aumentar de volume vertiginosamente quando em contato com a água, quando em suspensão se fluidifica facilmente com a agitação e torna-se gelatinosa em repouso (VULGEL, 2021).

No Brasil não foi encontrado reservas de bentonita sódica natural. Assim como outros países, as indústrias brasileiras de Bentonita tratam a montmorilonita cálcica ou magnésiana com carbonato de sódio, também conhecida como barrilha, para obtenção de uma bentonita sódica sintética (ou Ativada) (VULGEL, 2021).

As bentonitas são descritas na literatura como rochas derivadas de alterações de cinzas vulcânicas, essas cinzas são depósitos sedimentares que se acumulam em camadas durante as erupções vulcânicas, estas cinzas por sua vez encarrega-se de formar sólidos desordenados que contam ainda, em sua estrutura, com minerais acessórios (SOUZA SANTOS, 1975). Possui como principal ponto característico o alto poder de expansão, elevada área superficial, alta capacidade de troca catiônica (CTC) e tixotropia (LUZ; OLIVEIRA, 2005).

A montmorilonita é constituída por duas folhas de silicato tetraédricas, com folha uma central octaédrica ligadas entre si por oxigênios (Figura 2). É tida como sendo um mineral hidratável com a seguinte fórmula molecular: $4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Entretanto pode apresentar uma variedade na sua composição devido a facilidade de substituição na sua estrutura espacial que pode conter óxido de ferro (FeO), óxido de cálcio (CaO), óxido de sódio (Na₂O) e óxido de potássio (K₂O). As folhas individuais da montmorilonita na presença de água fazem com que as moléculas de água sejam adsorvidas nas superfícies das camadas de sílica causando a separação das camadas de argila que fornece uma área maior de hidratação. Este comportamento é chamado de inchamento interlamelar e é controlada pelo cátion ligado a sua estrutura (PEREIRA, *et al.*, 2013).

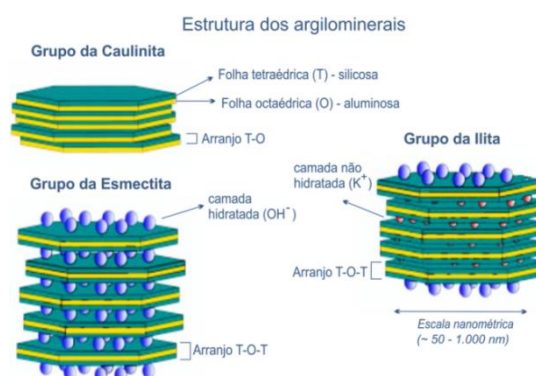
Figura 2- Estrutura cristalina da montmorilonita.



FONTE: Google, uploaded by [João Victor Staub de Melo](https://www.researchgate.net/figure/Figura-210-Estrutura-cristalina-de-uma-montmorilonita-em-vista-estereoscopica_fig11_341610588)<https://www.researchgate.net/figure/Figura-210-Estrutura-cristalina-de-uma-montmorilonita-em-vista-estereoscopica_fig11_341610588>¹

Na estrutura das esmectitas, as folhas de tetraedros de lamelas diferentes encontram-se dispostas do mesmo lado, enquanto ao átomo de oxigênio se situam em lados opostos, formando uma ligação fraca entre as camadas (Figura 3). Além disso, há um elevado potencial repulsivo na superfície das lamelas, resultante do desbalanceamento elétrico. Quando as lamelas finas da esmectítas tem suas cargas contrabalanceadas pelo íon sódio de menor valência, elas se apresentam mais afastadas em consequência da menor energia de atração. Isso explica o fato do íon sódio (Na^+) ter maior capacidade de hidratação do que o íon cálcio (Ca^{+2}), ou seja, as argilas sódicas têm o poder de expandirem mais do que as argilas cálcicas. Esses dois fatores colaboram para o aumento da distância entre as camadas em meio aquoso e conseqüentemente inchamento das argilas (PEREIRA, *et al.*, 2013).

Figura 3- Estrutura laminar dos argilominerais.



Fonte: Esquema modificado de Tournassat *et al.* (2015).

¹ FONTE: Google, uploaded by João Victor Staub de Melo<https://www.researchgate.net/figure/Figura-210-Estrutura-cristalina-de-uma-montmorilonita-em-vista-estereoscopica_fig11_341610588>

As argilas bentoníticas podem ser classificadas em dois grupos a partir de sua capacidade de inchamento, as que incham sensivelmente quando em presença de água e as que não incham, como mostra a figura 4, mas também podem receber classificação por cátions de compensação presente nestas argilas subdividindo-as em poli ou monocatiônica (LUZ; OLIVEIRA, 2005). As bentonitas brasileiras são em geral policatiônicas com maior presença de cálcio como cátion trocável (MENEZES *et al.*, 2009).

Figura 4- Inchamento de bentonitas cálcicas e sódicas.



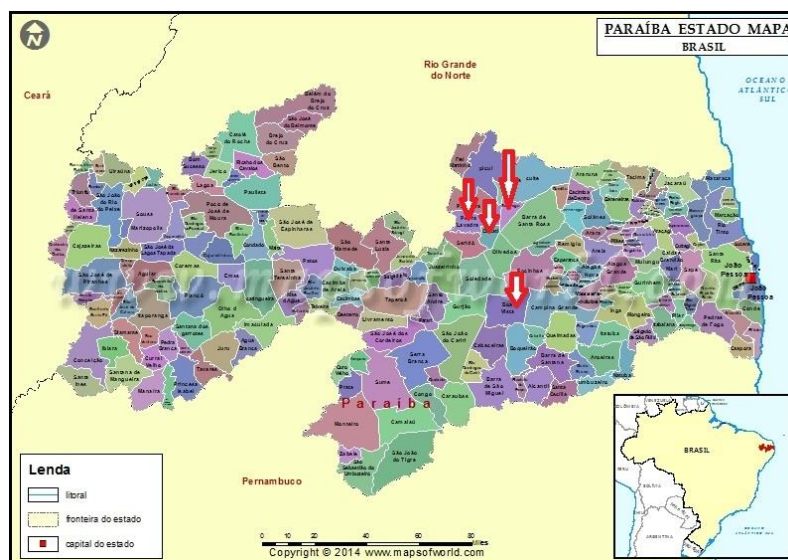
Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro

As argilas bentoníticas são materiais muito heterogêneos, com características e particularidades geológicas, observando-se grande complexidade e variabilidade composicional em argilas, cujas propriedades dependem da sua formação geológica e da localização da extração (PEREIRA, *et al.*, 2013). Podendo assim, ter uma grande variedade de argilas, com composições bem distintas, sendo extraídas de jazidas muito próximas ou ainda encontrar variedades diferentes na mesma larva, apenas com profundidades e camadas distintas. As argilas se apresentam em camadas de cores variadas, podendo apresentar-se verde, amarela, chocolate, rosa, vermelha, cinza, sortida ou mista.

2.2.1 Bentonitas do estado da Paraíba

Os maiores depósitos de argila bentonítica do Brasil estão localizados no estado da Paraíba (Figura 4), que é responsável por mais de 90% da produção de bentonita bruta do país, a qual se destina basicamente para os mercados do Sudeste, alguns depósitos também são encontrados na Bahia, Piauí e São Paulo (GAMA *et al.*, 2015).

Figura 5- Localização dos municípios de Boa vista, Cubati, Sossego e Pedra Lavrada.



Fonte: Google, portal da Paraíba, adaptado pelo autor 2021.

Na Paraíba alguns municípios se destacam com a produção dessa argila, dentre eles o município de Boa Vista, o qual a exploração acontece a mais de 50 anos e está em fase de exaustão. Em seguida, destaca-se na produção de bentonita no estado paraibano, o município de Cubati, e recentemente novos depósitos foram descobertos nos municípios de Pedra Lavrada, Sossego e Olivedos. A descoberta desses novos depósitos nos diversos municípios torna-se uma alternativa, se no futuro houver a escassez da bentonita retirada de Boa Vista (GAMA *et al*, 2015).

Figura 6- Região geográfica imediatas da Paraíba.



Fonte: Google, portal da Paraíba, IBGE 2017.

O município de Boa Vista está localizado na região imediata de Campina Grande (Figura 5), limitando-se ao Norte com os municípios de Soledade e Pocinhos, ao Oeste com Gurjão e São João do Cariri, ao Sul com Cabaceiras e Boqueirão e ao Leste, com o município de Campina Grande e situa-se na unidade geoambiental do Planalto da Borborema (IBGE, 2018).

O município de Cubatí é localizado na região imediata de Campina Grande (Figura 5), limitando-se com os municípios de Pedra Lavrada ao norte, Sossego e Barra de Santa Rosa ao nordeste, São Vicente do Seridó ao oeste e Olivedos ao sudeste (IBGE, 2018).

O município de Pedra Lavrada está localizado na Região Geográfica Imediata de Cuité-Nova Floresta (Figura 5), limitando-se ao Norte com o município de Nova Palmeira, ao Sul com Seridó, e Cubatí, ao Leste com Cuité e a Oeste com o Estado do Rio Grande do Norte (IBGE, 2018).

O município de Sossego está localizado na Região Geográfica Imediata de Cuité-Nova Floresta (Figura 5), limitando-se ao norte com Baraúna e Cuité, ao leste com Barra de Santa Rosa, ao sul com Olivedos e Cubatí, ao oeste com Pedra Lavrada (IBGE, 2018).

As bentonitas das minas de Boa Vista-PB ocorrem recobertas por uma camada de solo argiloso, variando de 1 a 10 m. Nos níveis onde é feita a lavra, as argilas ocorrem em camadas de cores variadas, por vezes formando estratificações ou zonas uniformes. Localmente, essas argilas recebem as seguintes denominações: de: chocolate; verde lodo, vermelha; sortida ou mista e bofe ou leve (Luz *et al.*, 2001b).

Segundo Gopinath (2003), os depósitos de bentonita na Paraíba são associados aos arenitos grosseiros conglomeráticos na base graduando para arenito finos, siltritos e argilas montmoriloníticas no topo, com intercalações de delgadas camadas na porção medial, e possivelmente no topo. Com relação à origem e desenvolvimento dos depósitos foram elencadas diversas hipóteses: Em 1968, Pinto e Pimentel levantaram como sendo hidrotermal por sua vez, em 1979, Caldasso levantou que a origem seria sedimentar, em 1973 e 1975 respectivamente o DNPM, Ennes e Santos levantaram a hipótese que a origem seria vulcano-sedimentar.

Os depósitos hidrotermais são produzidos pelas soluções hidrotermais, que são soluções aquosas aquecidas (geralmente, acima de 50 °C), tendo por característica principal a composição química complexa, devido ao alto número de substâncias dissolvidas, constituindo o tipo mais comum de mineralização que ocorre na crosta e abarcando quase todos os elementos químicos de ocorrência natural. As soluções hidrotermais podem ocorrer em diversos sistemas geológicos, tal como magmáticos, metamórficos, sedimentar, dentre

outros. Com a passagem dessa solução por canais, poros, estruturas em tais ambientes, a água pode aquecer gradativamente e adquirir outras substâncias à solução, resultando em um fluido mineralizador. A deposição de tal substância e a geração do minério se dará através da combinação de diversos fatores, tais como o resfriamento e queda de pressão da solução, reações com as rochas percoladas, variação de pH, entalpia, etc. (LADEIA, 2019).

Os depósitos sedimentares são originados através do transporte e da deposição mecânica (depósitos detríticos) ou da precipitação química (depósitos químicos) de substâncias úteis em diversos ambientes deposicionais, como praias, planícies aluvionares, deltas, lagos, plataformas continentais e etc (LADEIA 2019).

Os depósitos vulcano-sedimentares são resultantes da interação entre atividades vulcânicas e processos sedimentares, ocorrendo por meio de fluidos e exalações que atingem o assoalho do ambiente deposicional (LADEIA, 2019).

Entre as primeiras reservas industriais de bentonitas no Brasil estão as da Paraíba, que foram encontradas em 1961, no município de Boa Vista. As bentonitas da Paraíba possuem uma grande variedade de aplicações ou usos industriais por causa do alto teor de argilominerais esmectíticos, elevada pureza e, como consequência disso, pelas suas interessantes propriedades físico-químicas. Esse fato torna a Paraíba um Estado privilegiado, tendo sido nas últimas décadas o principal Estado produtor no Brasil desse bem mineral tanto bruto quanto beneficiado (CUTRIM, 2015).

Em 1965, a empresa BUN (Bentonit União) iniciou suas atividades de produção de bentonita sódica na Paraíba, na cidade de Campina Grande, principalmente para atender o comércio de perfuração de poços petrolíferos e para indústrias de fundição de ferro. Em 1988 já abastecia o mercado interno e exportava para Bolívia, Uruguai, Chile, Peru, Venezuela, Inglaterra, Líbia, Arábia Saudita, Emirados Árabes e para o Extremo Oriente. Em 2015 com muito investimento em infra-estrutura e tecnologia tornou a unidade de Boa Vista a maior unidade industrial da BUN. Hoje atuando nas áreas de: fundição, pelletização e aglomeração, filtrantes e clarificantes, construção civil, perfuração, tintas, nutrição animal, papel, cerâmica, revestimentos geosintéticos (Bentonit União, 2015).

Em 1976, a empresa Bentonisa foi fundada pelos mesmos pioneiros na mineração de bentonita que na década de 60 descobriram as primeiras ocorrências deste importante minério industrial no subsolo brasileiro na região de Boa vista- PB. No Brasil foi à primeira empresa do gênero a receber certificado internacional ISO 9001. Atuando com bentonita sódicas e cálcicas que são empregadas em inúmeros setores como, granulados higiênicos, impermeabilizantes, controle de micotoxinas, perfurações de poços em geral, fundição,

clarificantes, pelotização de minérios, tintas, cerâmicas, papel, cosméticos, nanotecnologia, formulações farmacêuticas e medicinais (Bentonisa, 2019).

Também em 1976, foi fundada na cidade de Soledade-PB, a empresa União Brasileira de Mineração S.A (UBM), pelo senhor Stanislau Hluchan de origem na Tchecoslováquia, ele foi responsável por revolucionar a mineração no Estado da Paraíba. Atuando nos setores de granulados higiênicos, impermeabilizantes, perfurações de poços, fundição, clarificantes, tintas, cerâmicas, dentre outras (UBM, 2021).

Pesquisadores da região e do Brasil como um todo têm dedicado grandes esforços à caracterização e à avaliação da possibilidade de novos usos destas bentonitas nos mais diversos setores industriais, como por exemplo: nanotecnologia, meio ambiente, cosméticos, saúde, dentre outros (CUTRIM, 2015).

Em 2008, Menezes *et. al.*, caracterizaram três argilas bentoníticas do município de Sossego-PB, onde todas apresentaram baixa viscosidade, não sendo indicadas para fluidos de perfuração a base de água.

Em 2013, Pereira *et. al.*, realizaram a caracterização físico-mineralógica de quatro argilas (verde, clara, cinza e vermelha) do município de Sossego-PB, dentre as argilas as cinza e a clara foram classificadas como calcitas e a verde e a vermelha foram classificadas de acordo sua composição como sendo bentonitas. Em 2014, esse mesmo grupo de pesquisadores caracterizou mais três argilas (DASL, RF e FDO) do mesmo município para uso em fluidos de perfuração, obtendo como resultados que em relação às propriedades reológicas, as amostras atendem parcialmente as especificações da norma da Petrobrás para uso em fluidos de perfuração. Nesse mesmo ano também foram caracterizado mais sete argilas (cinza Diel, verde clara Diel, clara de Erivs, clara GN2, verde Fernando, verde claro ZP, verde Ranufo) do município de Sossego para o uso em fluidos de perfuração, dentre elas a mais promissora para esse setor foi a clara de Erivs em relação a suas propriedades reológicas.

Em 2015, Gama *et. al.*, estudaram algumas argilas esmectíticas provenientes dos municípios de Pedra Lavrada, Sossego e Boa Vista, com o objetivo de determinar se a origem das argilas influencia na composição química das mesmas em termos de dióxido de Silício (SiO_2), Oxido de Alumínio (Al_2O_3), Oxido de Ferro (Fe_2O_3), Oxido de Magnésio (MgO) e Oxido de Cálcio (CaO). Utilizando o software estatístico MINITAB 17.0. Os resultados mostraram diferenças significativas em relação aos teores de quartzo, alumina, magnésio e cálcio entre as argilas estudadas conforme a localização da extração.

Em 2016, Cavalcante *et. al.*, estudaram três argilas (RF- Cubati, DASL – Pedra Lavrada e a verde lodo – Boa Vista), caracterizando-as in natura e após organofilização para

uso em maquiagem mineral, onde obtiveram resultados satisfatórios de ambas as formas. Também em 2016, Brito et. al., avaliaram para uso fluidos de perfuração e para tintas a base de água três argilas fornecidas pela BUN, denominados de chocolate campos novos - Cubati, chocolate corredor e a chocolate primavera – Boa Vista. Onde os resultados mostra que das três a que atingiu os valores especificado para ambas as utilização foi a argila bentonitica chocolate corredor, salientando que para o uso em tinta foi realizada uma aditivação conjunta com Na_2CO_3 (2%) e MgO (0,5%).

2.3 Principais aplicações das bentonitas

As Bentonitas são conhecidas como o “Mineral de 1.000 Usos”. Cada qualidade de bentonita encontrada em algum lugar do mundo tem um determinado conjunto maior ou menor de vocações a serem identificados e desenvolvidos, o que se faz de acordo com um denso conhecimento e grande experiência nos respectivos tratamentos industriais, pré-seleções de mineral e montagens de formulações adequadas entre os diversos tipos (Bentonisa, 2019).

A bentonita e seus produtos de modificação têm inúmeras possibilidades de usos industriais, sendo, os principais usos apresentados a seguir:

2.3.1 Agente tixotrópico de fluidos de perfuração de poços de petróleo e d'água

As funções da bentonita, quando usada como fluido de perfuração são: refrigerar e limpar a broca de perfuração; reduzir a fricção entre o colar da coluna de perfuração e as paredes do poço; auxiliar na formação de uma torta de filtragem nas paredes do poço, de baixa permeabilidade, de forma a controlar a perda de filtrado do fluido de perfuração, contribuindo para evitar o desmoronamento do poço;conferir viscosidade à lama de perfuração (figura 6), para auxiliar no transporte dos cascalhos do fundo do poço para a superfície;conferir propriedade tixotrópica à lama de perfuração, ajudando a manter em suspensão as partículas sólidas, principalmente, quando cessa, temporariamente, o movimento da coluna de perfuração ou o bombeamento da lama de perfuração (IRAMINA, 2016).

Figura 7- lama de perfuração.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

A Tixotropia consiste, basicamente, na diminuição da viscosidade com o tempo de determinado fluido submetido a taxas de cisalhamento elevadas e, ao interromper a agitação, o mesmo fluido recuperar a viscosidade inicial. De forma simplificada, a tixotropia corresponde a uma transformação sol-gel reversível isotérmica. O tipo mais comum de deformação nos fluidos é por cisalhamento simples, que gera um escoamento caracterizado pelo movimento relativo das moléculas do fluido devido à ação de uma força externa (IRAMINA, 2016).

2.3.2 Pelotização de minérios de ferro

A bentonita tem como função de aglomerantes e servem para melhorar a formação das pelotas (figura 8), proporcionando plasticidade ao material e promover uma ligação entre as partículas minerais, conferindo resistência mecânica às pelotas verdes e, após a queima, às calcinadas (VALE, 2017).

Figura 8- Pelotas de ferro

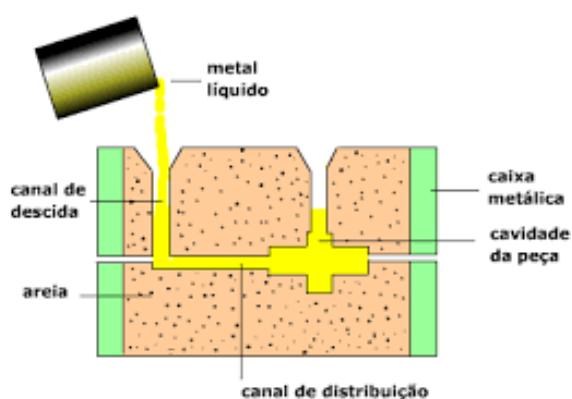


Fonte: vale.com, 2021.

2.3.3 Aglomerante de areias de moldagem usadas em fundição

Na preparação de moldes de fundição (figura 9), a bentonita sódica (bentonita cálcica pode ser usada em temperaturas mais baixas de fundição) é usada como ligante na proporção de 4 a 6% e tem a função de promover a aglutinação da areia de quartzo, conferindo as propriedades físicas (porosidade, refratariedade etc.) (SILVA; FERREIRA, 2008).

Figura 9- preparação de moldes de fundição.



Fonte: <https://www.cimm.com.br/>, acessado em 17/05/2021.

2.3.4 Descoramento e filtração de óleos vegetais, minerais e animais

As argilas bentoníticas, principalmente quando calcinadas, apresentam alta adsorção (capacidade de atrair e manter íons ou moléculas de gás ou líquido) e absorção (capacidade de incorporar material). A esmectita (montmorillonita) cálcica após ativação ácida (HCl ou H₂SO₄) aumenta as suas propriedades absorptivas e é usada no descoramento, desodorização e desidratação de óleos vegetais (figura 10), minerais e animais (SILVA; FERREIRA, 2008).

Figura 10- Filtração de óleos vegetais.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

2.3.5 Impermeabilização de bacias

A bentonita, devido às suas propriedades de plasticidade, impermeabilidade, resistência à compressão e baixa compressibilidade, é usada na engenharia civil como cobertura de aterros, impermeabilização de bacias (figura 11) entre outros (SILVA; FERREIRA, 2008).

Figura 11- Impermeabilização de bacias.

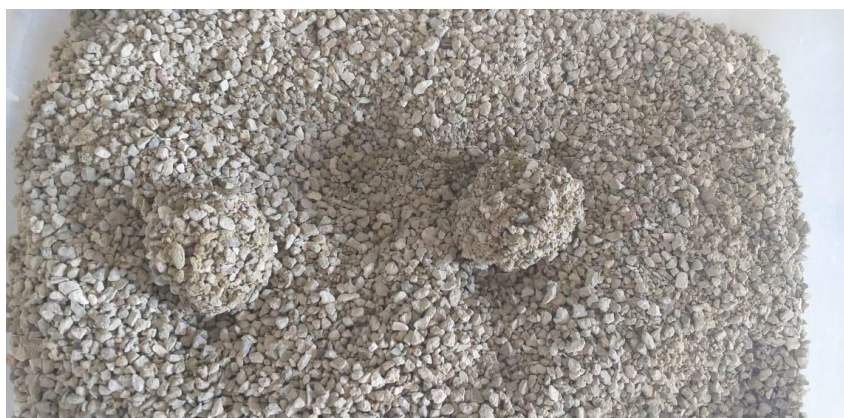


Fonte: Google.com, 2021.

2.3.6 Granulado absorvente de dejetos de animais domésticos

A função da bentonita é ter uma alta capacidade para adsorver o líquido, bem como a capacidade de absorver e incorporar material (figura 12). Acresce a capacidade de controlar os odores dos dejetos de animais domésticos (SILVA; FERREIRA, 2008).

Figura 12- Granulado absorvente incorporando os dejetos.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

2.3.7 Agente espessante de tintas

Argilas bentoníticas são utilizadas consideravelmente na indústria de tintas como agentes espessantes (figura 13), estabilizadores, antisedimentantes. Em tintas a base água, a bentonita atua também como uma agente de suspensão. As bentonitas proporcionam certo grau de tixotropia, à dispersão impedindo assim o escorrimento do sistema. As Bentonitas que transportam sódio como cátion trocável proporcionam suspensões completamente dispersas e altamente coloidais. (AMSTUTZ, 1965; BERGAYA; LAGALY, 2006; HARVEY; LAGALY, 2006; MURRAY, HAYDN H, 2006; KARAKAŞ *et al.*, 2011).

2.4 Usos de bentonita para fins cosméticos

A utilização de argilas para fins terapêuticos, estéticos e medicinais são datados desde os primórdios das civilizações para tratamento de feridas, inibição de hemorragias, picadas de animais e em tratamentos estéticos. As máscaras faciais argilosas são as preparações cosméticas mais antigas usadas para tratamentos de beleza (MATTIOLI *et. al.*, 2016; SILVA, 2011).

Na cosmetologia uma argila que pode ser usada para fortalecer o sistema imunológico, limpeza facial, tratamento de problemas de pele, tem uma forte capacidade de absorver e remover as toxinas, metais pesados e impurezas ao mesmo tempo em que transfere para a pele e para os organismos diversos minerais e nutrientes benéficos. As argilas de uso mais representativo em seguimento cosmético são as bentonitas, a paligossquita, a caulinita e talco (SILVA, 2011).

Os benefícios mais conhecidos relacionados aos cosméticos a base de argila são purificação e remineralização da pele, ação tensora, cicatrizante, anticaspa, e eficácia no controle de oleosidade da pele, entre outras diversas aplicações. E o que determina uma aplicação específica é a composição química. A bentonita tem sido cada vez mais utilizada nas áreas de cosmetologia e da medicina estético devido suas inúmeras propriedades e por ser totalmente natural (VALENZUELA, *et al.*, 2009).

Essas características são capazes de promover significativos efeitos no combate a acne, envelhecimento e ressecamento da pele, pois além de eliminar as toxinas algumas argilas promovem a melhora e a ativação na micro circulação periférica (FERREIRA & COSTA, 2011).

A capacidade de retenção de partículas e substâncias nocivas, das bentonita, é uma característica bastante apreciada sob o foco da cosmetologia e ganha uma relevância extraordinária também no tocante a expectativa medicinal, este poder de adsorver toxinas nocivas pode ser de grande relevância no tratamento de distúrbios internos e externos que possam vim a agredir a saúde humana (WILLIAN & HAYDEL, 2010.)

A capacidade de adsorção que as argilas bentoníticas apresentam deve-se a elevada área superficial específica que seus argilominerais possuem esta por sua vez esta intimamente dependente da distribuição granulométrica, de todo modo, o volume, tamanho e distribuição da porosidade das bentonitas também são parâmetros capazes de interferir na sua capacidade de adsorver, todavia, o aumento da área específica e o volume dos poros incrementam o seu poder de adsorção (PATRICIO *et al.*, 2014).

As argilas têm diferentes texturas, composições e propriedades tecnológicas, o que condiciona as suas potências e efetivas aplicações. As argilas utilizadas para fins cosméticos e farmacêuticos devem seguir uma série de requisitos de segurança química (pureza, estabilidade, inércia química), física (tamanho da partícula, textura) e toxicológica (controlado teor de metais pesados). Para oferecerem produtos com alto grau de qualidade (MATTIOLI *et. al.*, 2016,).

No Brasil é de responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, regulamentar, fiscalizar e controlar a produção e a comercialização de produtos cosméticos, para propiciar produtos seguros e com qualidade no mercado; contribuindo, assim, para a proteção da saúde da população (ANVISA, 2021).

Devido às exigências requeridas de segurança, estabilidade, inocuidade química e microbiológica que dos 4500 minerais conhecidos e elucidados até hoje, somente 30 são usados na indústria farmacêutica e de cosméticos. Com isso as indústrias têm buscado o desenvolvimento de novas classes de matérias primas argilosas com desempenhos diferenciados (CARRETERO; POZO, 2010; CARRETERO, 2002, SILVA, 2011; CHOY *et. al.*, 2007). Dependendo da composição mineral a argila desenvolve diferentes colorações, propriedades e aplicações. Gerson Appel, farmacêutico e diretor da Dermus farmácia, cita algumas delas a seguir:

Argila Verde: Tem propriedade secativa, antisséptica, bactericida, analgésica e cicatrizante. É usada nos tratamentos de combate à oleosidade da pele e dos cabelos, acne, edemas, alívio de dores abdominais, articulares e musculares; e para melhorar a circulação sanguínea periférica.

Argila Vermelha: Tem propriedade absorvente, estimulante, antisséptica e favorece a circulação. É usada para tratar peles sensíveis e reativas através de máscaras de beleza facial, corporal e capilar. Auxilia na revitalização da pele, na drenagem de gordura localizada, redução da celulite e flacidez.

Argila Branca: Tem propriedade cicatrizante, antisséptica, absorvente, descongestionante e regeneradora. Elimina toxinas e impurezas, revitaliza e promove a renovação celular; e devido ao seu pH neutro é excelente para o cuidado com as peles secas, irritadas e delicadas, inclusive de bebês. Também é utilizada como máscara capilar para o tratamento de cabelos fragilizados.

Argila Amarela: Indicada para peles secas e frágeis, a argila amarela reduz inflamações, aumenta a elasticidade da pele, estimula a circulação, combate o envelhecimento cutâneo e, por ser rica em dióxido de silício, auxilia na formação de colágeno. É muito usada nos tratamentos para rejuvenescimento e combate à flacidez.

Argila preta: Também conhecida como lama negra ou lama vulcânica, a argila preta é considerada a mais nobre e rara, pois geralmente é encontrada próxima a vulcões. Por conter alta concentração de enxofre, é utilizada principalmente em peles e cabelos oleosos. Ajuda a revitalizar o couro cabeludo, proporcionando uma limpeza profunda e combatendo a queda de cabelo. Tem ação desintoxicante, clareadora, renovadora e rejuvenescedora. Seu uso também é comum no tratamento de enfermidades como o reumatismo e a sinusite (APPEL,2018).

A Terramater é uma empresa que está desde 2008 fornecendo argilas como cosméticos e ativo mineral, atendendo os grandes players deste ramo como: L'oreal, O Boticário, Natura, Unilever, Cattier, Amora Pacific, entre outros. Fornecendo para um total de 36 países em 5 continentes. A argila é um produto versátil e que pode ser usada de diversas formas e em inúmeros produtos cosméticos (TERRAMATER, 2021).

As propriedades das argilas vêm despertando nos últimos anos um maior interesse dos fabricantes de cosméticos, que buscam cada vez mais opções naturais para exercerem funções importantes no cuidado da pele e cabelo. “O conceito tradicional do uso de argilas apenas como máscara evoluiu muito e hoje elas podem ser aplicadas em praticamente todos os cosméticos, como dermocosméticos, maquiagem, primer, filtro solar, lenços umedecidos, produtos de hair care, dry shampoos e uma infinidade de outros produtos”, conta Cristina Unten, da área de marketing da Sarfam, responsável pela distribuição dos oligominerais da Terramater (TERRAMATER, 2021).

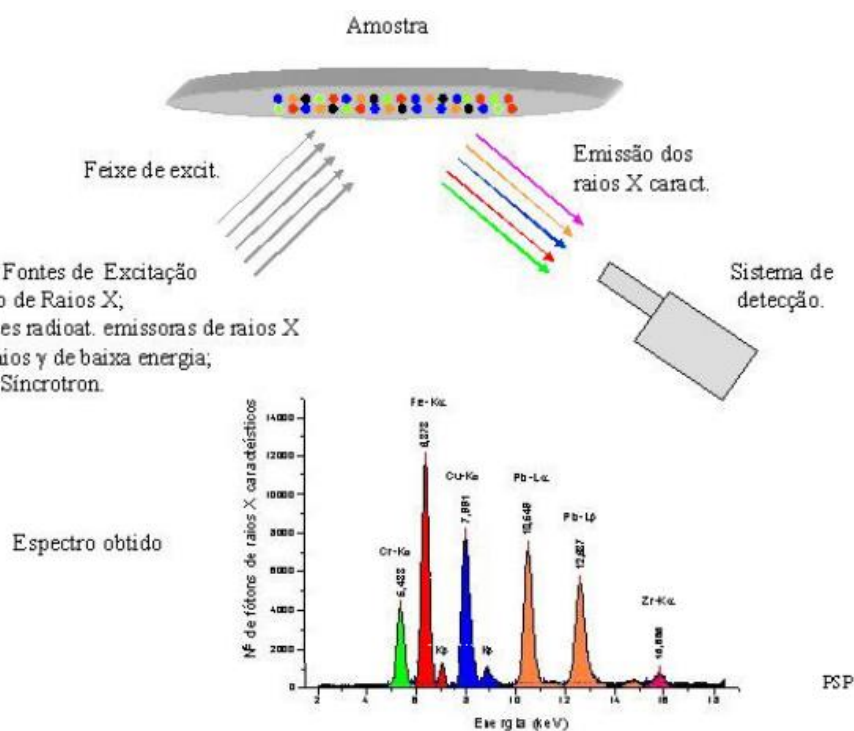
2.5 Métodos de análise instrumental

2.5.1 *Fluorescência de raios-X*

A análise por espectrometria de fluorescência de raios-X é baseada no fato de que os elementos químicos emitem radiações características quando submetidos a uma excitação adequada (Figura 13). A emissão de espectros de linha característica pode ser induzida pelo impacto de partículas aceleradas, tais como elétrons, prótons, partículas alfa e íons. Quando um átomo no estado fundamental fica sob a ação de uma fonte externa de energia (raios-X), ele absorve esta energia, promovendo elétrons a níveis mais energéticos. Neste estado o

átomo estará numa situação instável, estado excitado. Como na natureza tudo tende a buscar o estado de estabilidade, desta forma o átomo excitado tende naturalmente a retornar ao seu estado fundamental, ocorrendo uma emissão de energia. Esta energia envolvida na absorção é uma característica específica de cada elemento químico, permitindo a sua identificação e correspondente quantificação (BECKHOFF, 2006).

Figura 13- Esquema de funcionamento do Espectrômetro de fluorescência de raios-X.



Fonte: Google, 2021.

A radiação emitida pela amostra demonstra as características de comprimento de onda dos elementos presentes na amostra. O feixe refletido é guiado em um sistema chamado dispersivo, produzindo espectros de linhas que estão diretamente relacionados com os elementos presentes na amostra. O uso de um feixe de raios X primário para excitar a radiação fluorescente de uma amostra foi inicialmente proposto por Glocker e Schreiber em 1928. Hoje, o método é utilizado como uma técnica não destrutiva de análise, e como uma ferramenta de controle de processo em muitas indústrias extrativas e de transformação (Manual ARL9900, 2007).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada foi uma pesquisa de natureza aplicada, visando gerar conhecimento de aplicação prática para o uso de bentonita em cosméticos, com o objetivo de relacionar a pesquisa bibliográfica realizada com caracterização físico-química de três argilas bentônicas cálcicas provenientes do município de Sossego – PB, de forma qualitativa, interpretando os resultados e atribuindo quais possíveis funções os componentes constituintes das amostras podem exercer para fins cosméticos.

A estratégia de metodologia utilizada consiste na caracterização físico-química, onde foram realizadas determinação de teor de umidade, pH, análises granulométrica, onde a determinação do tamanho das partículas é um fator determinante da sua aplicabilidade. Foram realizados também a determinação das características organoléptica das três argilas bentônicas, Na determinação da composição química das amostras, a técnica utilizada foi a de fluorescência de raio X, essa análise tem sido amplamente utilizada por ser uma técnica não destrutiva, rápida nas determinações e possibilita a determinação de muitos elementos simultaneamente. Após a caracterização foi realizado uma avaliação de como as argilas poderão ser utilizadas em cosméticos de acordo com a composição química.

3.1 Coletas e preparação das amostras

3.1.1 Coleta das amostras

Foram coletadas de jazidas diferentes no sítio Timbaúba no município de Sossego – PB (Figura 14), três argilas sendo elas - Amarela ED (Figura 15), Cinza ML (Figura 16) e Verde JM (Figura 17), as jazidas pertencem a uma mineradora da cidade de Soledade - PB.

Figura 14- Localização do sitio Timbaúba, zona rural do município de Sossego - PB.



Fonte: Google maps, adaptação do autor, 2021.

As coletas foram realizadas em vários pontos distribuídos em zig-zag em cada lavra, para garantir que ela seja representativa deste todo, no que diz respeito às características de interesse. Após foi feito a homogeneização separadamente de cada cor da amostra.

Figura 15- Bentonita amarela ED e jazida de onde ela foi extraída.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

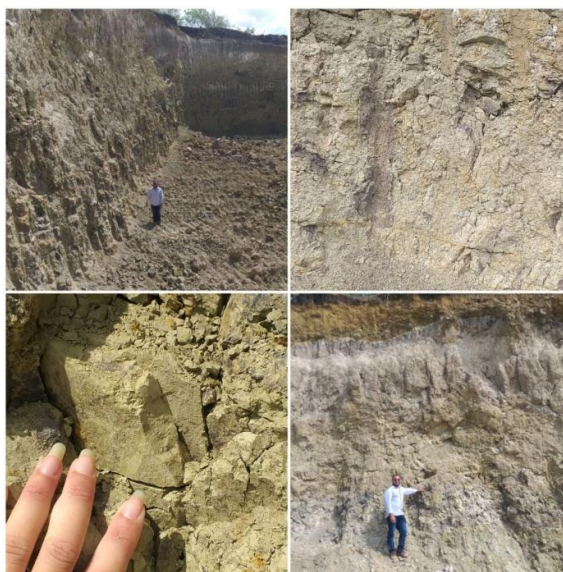
A jazida de onde foi extraída a bentonita amarela, e dentro de açude conforme mostra a figura 15, com as chuvas que caíram no mês de março e abril de 2021, a jazida ficou embaixo da água. Normalmente nesses casos, as bentonitas são extraídas no período de estiagem e são colocados em montes em estoque, tipo rampa ou tipo cone, para que se possa utilizar mesmo em períodos chuvosos.

Figura 16- Jazida de onde foi extraída a bentonita cinza ML.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

Figura 17- Jazida de onde foi extraída a bentonita verde JM.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

Conforme a figura 17 pode-se observar que a bentonita verde encontra-se entre duas camadas de bentonita cinza nessa jazida.

Com as amostras coletadas das jazidas, as próximas etapas foram realizadas no laboratório de controle de qualidade e desenvolvimento de uma mineradora no município de Soledade - PB.

3.1.2 Preparação das amostras - Moagem

A moagem é a operação de fragmentação fina obtendo-se nesta um produto adequado à concentração em partículas de acordo com o processo industrial e finalidade em que o material moído será destinado, ou seja, a quantidade partículas fina que será passante na malha desejada, como mostra na figura 19 a comparação da bentonita bruta verso a moída.

A moagem da bentonita pode ser realizada em moinhos de rolos ou de bolas. A taxa de rotação por minutos dos moinhos é o que determina a malha que o material será moído. Os minérios que apresentam um alto conteúdo de argila e elevada umidade, impossibilitam praticamente a moagem e dificultam o peneiramento. Portanto é importante que seja determinado o teor de umidade da amostra bruta antes de moer.

3.2 Análises realizadas em laboratório

No laboratório foram realizados os testes de teor de umidade de cada bentonita bruta do jeito que saem da jazida, moagem, análise granulométrica em peneiras, determinação de pH. Como descritos nos tópicos a seguir.

3.2.1 Determinações do teor de umidade (CEMP 105)

A análise do teor de umidade foi realizada em conformidade com os requisitos da norma CEMP 105. Para realização dessa análise é utilizado, o seguinte aparelhamento como mostra a figura 18:

- ✓ Balança analítica de precisão de 0,01g;
- ✓ Vidro relógio;
- ✓ Espátula;
- ✓ Estufa, com capacidade de atingir a temperatura de até 250°C ;
- ✓ Dessecador.

Para realizá-lo foi pesado 100g de cada bentonita e levada para estufa, por 2h a 135°C, após esse tempo, retirou-se da estufa e deixou no dessecador por 2 horas. Pesou-se e anotou o valor obtido.

Figura 18- Aparelhagem utilizada para realização da análise do teor de umidade.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

O resultado do teor de umidade é obtido a partir da equação I:

$$U\% = \frac{M_a - M_s}{M_a} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

U% = teor de umidade;

M_a = massa da amostra úmida, em g;

M_s = massa da amostra seca, em g.

O resultado do teor de umidade é importante, pois a partir dele, podemos verificar qual o próximo passo a ser executado, se pode moer do jeito que vem da jazida ou se necessita secar, dentre outros fatores.

3.2.2 Análise granulométrica em peneiras (NBR - 7181)

Essa análise tem por finalidade a porcentagem de partículas grossas da amostra que ficam retidas nas peneiras. Essa análise pode ser realizada tanto via seca, como também por via úmida. O conhecimento da granulometria é indispensável quando na etapa de desenvolvimento do sistema cosmético, a sua correta avaliação faz parte de um conjunto de conhecimentos necessários para o controle de qualidade, de modo que é possível afirmar se as argilas estudadas apresentam-se dentro da faixa de granulometria indicada pra cosméticos.

Para realização dessa análise são utilizados, o seguinte aparelhamento:

- ✓ Balança analítica de precisão de 0,01 g;
- ✓ Vidro relógio;
- ✓ Espátula;

- ✓ Estufa, com capacidade de atingir a temperatura de até 250°C;
- ✓ Dessecador.
- ✓ Peneiras (de acordo com o material que se deseja analisar, foi utilizada a de malha 200) (figura 19) e base de fundo.

Para determinar a granulometria via seca, pesa-se 100 g da amostra moída (bentonita) em um vidro relógio previamente tarado, em seguida, espalha com a espátula de forma a ficar uma camada fina. Leva a estufa de secagem, a uma temperatura a 135°C por um período de tempo em que a massa fique com peso constante (cerca de 2 h).

Figura 19- Peneiras utilizadas para determinação de granulométrica.



Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

Retira a amostra da estufa, coloca no dessecador até a mesma atinja a temperatura ambiente (cerca de 20 a 30 min.), após esse tempo, pesa-se 10g da amostra seca, coloca-se na peneira de malha desejada (figura 12) e efetua o peneiramento até que se passe o máximo possível. Em seguida pesa-se a massa que ficou retida na peneira.

A análise granulométrica tanto via seca quanto via úmida são dadas a partir da equação II.

$$R\% = 10 \times Ar \quad \text{Equação 2}$$

Onde,

R% = teor de partículas grossas retidas na peneira, em %;

Ar = material retido na peneira, em g.

3.2.3 Determinação do pH

Para medir o pH da amostra, foi necessário a solubilização segundo ABNT NBR 10006/2004. Foram pesados 20 g da amostra seca e em um béquer de 200 mL adicionou-se

100 mL de água destilada, com um agitador mecânico a amostra foi agitada em baixa rotação durante 5 minutos. Devidamente coberta a amostra foi deixada em repouso por sete dias a temperatura ambiente, logo após, filtrou-se com o auxílio de um filtro a vácuo e mediu-se o pH do extrato solubilizado através de um pHmetro previamente calibrado.

3.2.4 Características organolépticas

O objetivo de observar as características organolépticas é para avaliar as características de um produto, detectáveis pelos órgãos dos sentidos: aspecto, cor, odor e tato.

3.3 Fluorescências de raios X

A caracterização através da fluorescência de raios X foi realizada no Laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em equipamento Shimadzu (EDX 720), com 10g da amostra previamente preparada, para determinação dos elementos presentes através da aplicação de raios X na superfície da amostra e a posterior análise dos fluorescentes emitidos, a geração de raios X é feita por meio de um tubo com alvo de Rh.

4 RESULTADOS E DISCURSÃO

Os resultados obtidos a partir dos ensaios descritos na metodologia serão explicitados a seguir. A caracterização físico-química das argilas bentoníticas incluem resultados de teor de umidade, análise granulométrica, pH, características organolépticas e fluorescência de raios X.

Os resultados obtidos nas análises de determinação do teor de umidade, análise granulométrica e pH, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Determinação das propriedades físico-químicas das bentonitas.

| Parâmetros | Bentonita amarela ED | Bentonita cinza ML | Bentonita verde JM |
|--|----------------------|--------------------|--------------------|
| Umidade (%) | 10 | 11,1 | 10,2 |
| Análise | | | |
| Granulométrica na malha 200 (75µm) (%) | 2,1 | 1,8 | 1,6 |
| pH | 6 | 5,5 | 6 |

Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

Através dos resultados obtidos, em relação à análise de umidade, observa-se um valor satisfatório para a utilização em cosméticos, uma vez que a maior utilização é para mascaras facial e corporal, sendo necessária a adição de água a argila para formação da mascara, com o resultado obtido a adição será menor do que se a argila estivesse mais seca.

A análise granulométrica ressaltou que a grande maioria da argila é composta de grãos ultrafinos, com baixa retenção granulométrica, as argilas que tenha faixa granulométrica em torno de 74 µm é eficaz na estimulação vasomotora, afetando positivamente a micro circulação da pele (DÁRIO, 2008). As argilas que tem indicação para uso cosmético em geral é de granulomeria média de 44 µm e 37 µm para aplicações cosméticas de pós prensados (LÓPEZ-GALINDO *et al*, 2006).

Enquanto menores forem às partículas das argilas maiores será sua área superficial e assim maior será a gama de possibilidade de uso cosméticos. As três argilas foram moídas para esse trabalho na malha de 200 mesh, podendo ser usadas como esfoliantes e como estimuladoras de circulação, para se utilizar em mascaras, podem ser realizadas a moagem em malhas mais finas como, por exemplo, 325 e 400 mesh, que ficariam na faixa entre 35 µm e 45 µm.

O pH desempenha um papel importante nas condições de pele. O pH natural da pele é ligeiramente ácido. Este pH levemente ácido é criado pelo manto ácido da pele, a parte de água do filme hidrolipídico que protege as camadas externas da pele. O manto ácido é

essencial para a barreira protetora da pele. O pH ideal da pele na maior parte do rosto e corpo encontra-se entre 4,7 e 5,75. O pH de nosso cabelo e pele em geral tende a ser mais ácido, variando de **4,5 a 6**. Os pH encontrado nos diferentes tipos de cabelo e pele são: **Seco(a)** - Possui pH inferior a 7; **Ácido. Normal** - Possui pH entre 4,5 a 6; Fisiológico. **Oleoso (a)**- Possui pH superior a 7: Alcalino (BEIERSDORF, 2021).

O pH ideal dos produtos é aquele semelhante ao da pele, para que não venha a alterar as reações metabólicas e o mecanismo de proteção da pele que depende do pH. Logo, o pH 5,5, respeita e mantém a proteção natural da sua pele. Assim, pode-se dizer que as três argilas bentoníticas podem ser utilizadas tanto em cabelos como na pele do corpo em geral, uma vez que estão no intervalo de pH de 5,5 a 6.

As características organolépticas determinam os parâmetros de aceitação do produto pelo consumidor, que permitem avaliar, de imediato, o estado em que se encontram as argilas. Sendo o primeiro contato, por isso é importante essa caracterização, na tabela 2, esta expressa os resultados obtidos das três argilas em estudo.

Tabela 2- Determinação das características organolépticas das bentonitas.

| Parâmetros | Bentonita amarela ED | Bentonita cinza ML | Bentonita verde JM |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Aspecto | Solido fino | Solido fino | Solido fino |
| Cor | Amarela | Cinza | Verde |
| Odor | Inodoro | Inodoro | Inodoro |
| Tato | Textura fina e macia | Textura fina e macia | Textura fina e macia |

Fonte: Maria Barbosa da Silva Cordeiro, 2021.

As três argilas apresentam aspecto de um pó, solido fino, normal, sem alteração, cada uma com sua cor especifica, em relação ao odor elas apresentam um odor característico de uma argila, podendo considerar inodoro, e em relação ao tato todas apresentaram textura leve, fina e macia ao toque.

A análise de fluorescência de raios-X é uma das mais importantes, uma vez que mostra a composição química de cada argila e a porcentagem de cada constituinte, com esses resultados que se encontra na tabela 3, é possível avaliar se as argilas são promissoras ou não para o uso em cosméticos, uma vez que segundo a literatura, cada componente determina a finalidade do seu uso.

Tabela 3- Composição química por fluorescência de raios-X.

| Composição química | Bentonita amarela ED | Bentonita cinza ML | Bentonita verde JM | Parâmetro ANVISA |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| SiO ₂ | 63,88 | 56,45 | 60,17 | - |
| Al ₂ O ₃ | 23,42 | 27,90 | 26,60 | - |
| Fe ₂ O ₃ | 5,78 | 6,99 | 6,08 | - |
| MgO | 1,88 | 3,11 | 2,79 | - |
| CaO | 1,80 | 2,07 | 1,34 | - |
| K ₂ O | 1,64 | 1,22 | 2,32 | - |
| TiO ₂ | --- | 1,22 | 0,69 | - |
| BaO | --- | 0,58 | --- | AUSENTE |
| Outros óxidos | 1,60 | 0,44 | 0,01 | - |

Fonte: Laboratório de Caracterização de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Analisando-se a tabela 3, observou-se que as três argilas são ricas em óxidos de Silício e Alumino, sendo os componentes majoritários. Segundo Dornellas e Martins (2018) o Silício tem efeito hidratante e o alumínio inibe o crescimento de microrganismos em cultura, como bactérias e atua contra a falta de firmeza, cicatrizante, efeito clareador. Desta forma as argilas amarela e verde (63,88% e 60,17% respectivamente) devem apresentar maior efeito de hidratação. O silício além do efeito hidratante tem como papel fundamental na reconstituição dos tecidos cutâneos, tem ação purificante, adstringente, reduz inflamações e flacidez.

Observou-se também que as três argilas apresentam teores elevados de óxido de ferro (5,78%, 6,99% e 6,08% respectivamente). Ainda segundo Dornellas e Martins (2018), o ferro é responsável pela transferência de elétrons, agindo na respiração celular.

A argila verde possui outros óxidos importantes na sua composição como o de magnésio que atua na hidratação e síntese das fibras do colágeno, o potássio que ajudam a manter a hidratação e o cálcio estimula o metabolismo.

A argila cinza possui maior variedade de elementos como óxido de ferro, associado ao magnésio, cálcio, potássio, titânio, bário, dentre outros. Desta forma pelos teores dos óxidos de potássio devem auxiliar na hidratação celular, contração muscular e equilíbrio de fluidos corporais, além de manter o bom funcionamento do sistema nervoso. O alumínio deve auxiliar na cicatrização, proteção do sistema imunológico, efeito clareador e no tratamento de espinhas e oleosidade. O magnésio auxilia na produção de colágeno, deixando a pele firme e lisa. O cálcio atua no melhoramento da circulação sanguínea e previne a osteoporose, empregado para possibilitar a contração e relaxamento muscular, na coagulação do sangue, na regulação e permeabilidade celular e na transmissão de impulsos nervosos.

A argila cinza apresentou um traço do metal Ba, que podem se classificados como impurezas, as recomendações da ANVISA é que não haja a presença. A resolução da ANVISA RDC n° 48 estabelece a regulamentação apenas para dez metais considerados

prejudiciais a saúde sendo eles: As, Ba, Be, Cd, Cr, Hg, Pb, Nd, TL e Zr. Não sendo aceitável a presença dos mesmos em produtos para fins cosméticos, uma vez que mesmo em baixas concentrações podem ser nocivos a saúde quando em contato com o organismo humano, no caso do Ba, que foi encontrado na argila cinza, em alguns casos e dependendo da concentração, pode causar distúrbios gastrointestinais.

Com base na comparação das composições química das argilas e relacionando-as com as propriedades medicinais e terapêuticas que seus componentes podem exercer, observou-se e realizou a caracterização, sendo notório o amplo potencial da argila amarela e da argila verde para aplicações em tratamentos medicinais, terapêuticos e estéticos em que podem ser utilizada como matéria prima para produtos cosméticos, se destacando eficiente de acordo com sua composição.

5 CONCLUSÃO

A caracterização físico-química das três argilas e o estudo bibliográfico realizado foram extremamente importante para avaliar o potencial das argilas e assim poder determinar se as três argilas estão dentro dos requisitos necessários para o uso em cosméticos.

A argila amarela apresentou resultados favoráveis em relação a análises de umidade, granulometria e pH, podendo ser indicada para uso em cosméticos que estimulam o sistema vasomotora e como esfoliantes tanto para pele em geral, como também em cosméticos para os cabelos. De acordo com a análise de fluorescência de raio X, a argila amarela possuem como constituintes majoritários o Silício (SiO_2) e o Alumínio (Al_2O_3), que tem efeito hidratante, cicatrizante e atua na proteção imunológica, contando também com a presença de outros óxidos interessante pra cosméticos com ferro, magnésio, cálcio e potássio.

A argila cinza apresentou resultados favoráveis em relação à análise de umidade, granulometria e pH. Na análise de fluorescência de raio X, a argila apresentou como componentes majoritários o Silício (SiO_2), o Alumínio (Al_2O_3) e o Ferro (Fe_2O_3), nessa análise também foi encontrada traços do metal Ba (Bário), que se enquadra na lista de metais prejudiciais a saúde, estabelecida pela ANVISA. Desta forma a argila cinza não esta apta para ser utilizada para fins cosméticos.

A argila verde apresentou resultados favoráveis em relação a analise de umidade, granulometria e pH, podendo ser indicada para uso em cosméticos que estimulam o sistema de microcirculação sanguínea e esfoliantes tanto da pele em geral, como também em cosméticos para os cabelos. De acordo com a analise de fluorescência de raio X, a argila verde possuem como constituintes majoritários o Silício (SiO_2) o Alumínio (Al_2O_3) e o Ferro (Fe_2O_3), que tem efeito hidratante, cicatrizante, atua na proteção imunológica, purificante, efeito tensor, oleosidade, contando também com a presença de outros óxidos interessante pra cosméticos com ferro, magnésio, cálcio, titânio e potássio.

De acordo com os resultados pode-se concluir que a argila amarela e a argila verde apresentam uma infinidade de possibilidade de uso em cosméticos, tanto pra uso direto (como máscaras em pó), como também podendo ser incorporadas em formulações cosméticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMSTUTZ, G. Developments in Sedimentology. Soil Science, v. 100, n. 1, p. 72, 1965. ISSN 0038-075X.

Anuário Mineral Brasileiro: **principais substâncias metálicas** / Agência Nacional de Mineração; coordenação técnica de Marina Dalla Costa. – Brasília: ANM, 2020. 30 p. ; il.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC n° 48. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 13 mar. 2006.

Bentonisa S.A. Disponível em: <https://www.bentonisa.com.br/>, acessado em 06/05/2021.

Bentonit União S.A. Disponível em: <https://www.bentonit.com.br/>, acessado em 06/05/2021.

BERGAYA, F.; LAGALY, G. **General Introduction: clays, clay minerals, and clay science**. Handbook of clay science, v. 1, p. 1-18, 2006.

BRANCO, Pércio de Moraes. **Dicionário de Mineralogia e Gemologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 608 p. Il.

CARRETERO, M.I. **Clay minerals and their beneficial effects upon human health: A review**. *Applied Clay Science*. V.21, n. 3-4, p. 155 – 163, 2002.

CARRETERO, M.I.; POZO, M. **Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries** Part II. Active ingredients. *Applied Clay Science*. V. 47, p. 171- 181, 2010.

CHOY, J. H; CHOI, S.J. OH, J. M; PARK, T. **Clay minerals and layered double hydroxides for novel biological applications**. *Applied Clay Science*. V. 36, p. 122- 132, 2007.

Copyright © 2018 Dermus Farmácia. Disponível em: <http://www.dermus.com.br/noticias/beleza/argila-o-poderoso-cosmetico-que-vem-da-terra/>, acessado em 06/05/2021.

COPYRIGHT © BEIERSDORF 2021. Disponível em: <https://www.eucerin.pt/sobre-a-pele/conhecimentos-basicos-da-pele/skins-ph>, acessado em 03/05/2021.

CORDEIRO, M.B.S. ; SOUSA, A.A.P., **Caracterização e controle de qualidade de minerais não metálicos**. 2019. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA40_ID80_19092019111430.pdf, acessado em 17/05/2021.

Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/iron-ore-pellets/Paginas/default.aspx>, 2017, acessado em 10/05/2021.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>, acessado em 08/04/2021.

CUTRIM, A.A.; MARTIN-CORTÉS, G.R.; VALENZUELA-DÍAS, F. R., - **Bentonitas da Paraíba**, 1ªEd. 200 p., 2015.

DÁRIO, G.M. **Avaliação da atividade cicatrizante de formulação contendo argila medicinal sobre feridas cutâneas em ratos**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade do Extremo Sul Catarinense, para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde. CRICIÚMA (SC), MARÇO DE 2008.

DNPM – **Anuário Mineral Brasileiro**. Disponível no site: www.dnpm.gov.br; visitado em: 10/04/2021. DNPM, 2009.

DORNELLAS, E. ; MARTINS, S. “**O poder das argilas: geoterapia**”. Disponível em: <http://www.casaclean.com.br/downloads/opoderdasargilas.pdf>, 2018.

EMATER PARAIBA. Disponível em: <http://www3.emater.pb.gov.br/lei11259/LEI11259.pdf>, acessado em 08/04/2021.

FERREIRA, I. & COSTA, M. C. D. **Geoterapia: utilização da argila para o cuidado com a beleza e a prevenção contra os efeitos de tempo**. Anais do V congresso multiprofissional em saúde (2011).

GAMA, A.J.A.; MENEZES,R.R.; NEVES,G.A.; BRITO,A.L.F. - **Avaliação da caracterização mineralógica de diversos depósitos de argilas esmectíticas do estado da Paraíba utilizando análise estatística de variância**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. Campina Grande. v.10,n.1.jul 2015. p.45-49. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap>. Acessado em 17 de março de 2021.

Glossário Geológico 2021, CPRM. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>> Acessado em 11/04/2021.

HARBEN, P., KUSZVZART, M. (1996). **Clays: Bentonite and Hectorite**. In: **Industrial Minerals – A Global Geology**, Industrial Minerals Information Ltd., Metal Bulletin PLC, London, p. 128-138. 1996.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017) . Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/divisao_regional/divisao_regional_do_brasil/divisao_regional_do_brasil_em_regioes_geograficas_2017/. Consultado em 26 de abril de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018). «**O recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2018**» (PDF). Consultado em 26 de abril de 2021.

KARAKAŞ, F. et al. Na-Bentonite and MgO Mixture as a Thickening Agent for Water-Based Paints. KONA Powder and Particle Journal, v. 29, n. 0, p. 96-106, 2011. ISSN 0288-4534.

LADEIA, R. sobregeologia.com.br / **mineração – noções básicas –tipos de depósitos minerais**, 2019.

LAGALY, G. et al. **Vorgänge bei der Sodaaktivierung von Bentoniten am Beispiel eines Bentonits von Neuseeland**. Keramische Zeitschrift, v. 33, n. 5, p. 278-283, 1981.

LOPÉZ-GALINDO A.; VISERAS C.; CERESE P. **Compositional, technical and safety specifications of clays to be used as pharmaceutical and cosmetic products**. Applied Clay Science 36 (2007) 51–63 < on line > sciencedirect.

LUZ, A. B. ; OLIVEIRA, C. H. 2008. Bentonita. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. 2008. **Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2008, p.239-254.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A; LINS, F. F.(2001b) **Usinas de Beneficiamento de Minérios do Brasil** . 2R. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2001. v. 1. 384 p.

MATTIOLI, M; GIARDINI, L; ROSELLI, C; DESIDERI, D. **Mineralogical characterization of commercial clays used in cosmetics and possible risk for health**. Applied Clay Science. V.119. p. 449-454. 2016.

MELO, J.V.S., Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-210-Estrutura-cristalina-de-uma-montmorilonita-em-vista-estereoscopica_fig11_341610588, acessado via Google no dia 08/04/2021.

Mineralogia (silicatos - argilas).pdf – geomuseu. Disponível em: <https://geomuseu.ist.utl.pt> > Tema 2 – Mineralogia. Acessado em 17/04/2021.

MURRAY, H. H. **Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: a general overview**. Applied clay science, v. 17, n. 5, p. 207-221, 2000. ISSN 0169-1317.

_____. **Applied clay mineralogy: occurrences, processing and applications of kaolins, bentonites, palygorskitesepiolite, and common clays**. Elsevier, 2006. ISBN 0080467873.

MURRAY, H. H. Chapter 6 **Bentonite Applications**. In: HAYDN, H. M. (Ed.). Developments in Clay Science: Elsevier, v. Volume 2, 2006. p.111-130. ISBN 1572-4352.

NEUMANN, M.G.; GESSNER, F.; CIONE. A.P.P. ; ARTORI, R.A.; CAVALHEIRO, C.C.S. **Interações entre corantes e argilas em suspensão aquosa**, Química nova 23(6) 2000.

PATRICIO, J. S. ; HOTZA, D. ; NONE JUNIOR, A. (2014). **Adsorbent clays applied in vegetable oil clarification**. Cerâmica, 60 (354), 171-178.

PEREIRA, I. D. S.; LISBOA, V. N. F.; SILVA, I. A.; FIGUEIRÊDO, J. M. R.; NEVES, G. A.; MENEZES, R. R. **Argilas bentoníticas de Sossego, Paraíba, Brasil: Caracterização físico-mineralógica**. 2013.

SAMPAIO, E. P. M. **Mineralogia do solo** – Departamento de geociências – Universidade de Évora – Portugal, 2006.

SILVA, Aline Raquel Vieira. FERREIRA, Heber Carlos. **Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. Campina Grande. v.3,n.2.2008.p.26-35. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap>.

SILVA, M. L. G. **Obtenção e caracterização de argila piauiense paligorsquita (atapulgita) organofilizada para uso em formulações cosméticas**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

TEIXEIRA; FAIRCHILD; TOLEDO; TAIOLI. **Decifrando a Terra**, 2ª Ed. 2009. Companhia Editora Nacional, São Paulo.

TERRAMATER - **Argilas do Brasil Com. de Insumos** Eireli © 2021, Acessado em 06/05/2021.

Tournassat C., Bourg I.C., Steefel C.I., Bergaya F. 2015. Chapter 1 – **Surface properties of Clay Minerals**. In: Tournassat C., Steefel C.I., Bourg I.C., Bergaya F. (eds.). *Developments in Clay Science, volume 6*. Elsevier, p. 5-31. doi: 10.1016/B978-0-08-100027-4.00001-2

União Brasileira de mineração S.A. Disponível em: <http://ubmminerios.com>, acessado em 06/05/2021.

VULGEL, RECURSOS MINERAIS. Disponível em: <https://www.vulgel.com.br/recursos-minerais>, acessado em 17/03/2021.

WILLIAM, S. L.; HAYDEL S. E. **Evaluation of the medicinal use of clays minerals as antibacterial agents**. International geology review, v. 52, n. 7-8, p. 745-700, 2010.