



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE JURUTI
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MINAS

REGIANE AUZIER COELHO

**AVALIAÇÃO DO CENÁRIO AMBIENTAL E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS
ARGILAS NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA**

JURUTI-PA

2024

REGIANE AUZIER COELHO

**AVALIAÇÃO DO CENÁRIO AMBIENTAL E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS
ARGILAS NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas, no Campus Universitário de Juruti, da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Orientador: Prof. Mes. Matheus Diniz Pinto de Moraes

JURUTI-PA

2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

C672a Coelho, Regiane Auzier

Avaliação do cenário ambiental e análise quantitativa das argilas no município de Juruti-PA. / Regiane Auzier Coelho; Adriana Araujo Castro Lope; Elden de Albuquerque Marialva – Juruti, 2025.

26 p.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador: Matheus Diniz Pinto de Moraes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti, Bacharelado em Engenharia de Minas.

1. Cenário Ambiental. 2. Análise Quantitativa . 3. Construção Civil. 4. Extração de Argila. I. Moraes, Matheus Diniz Pinto de , *orient.* II.Título.

CDD: 23 ed. 333.7098115



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO
PARÁ CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE
JURUTI
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MINAS**

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 27 de junho do ano de dois mil e vinte cinco, na sala/auditório 01, do Campus Universitário de Juruti, da Universidade Federal do Oeste do Pará, às 20:00 horas, reuniu-se a Banca Avaliadora de TCC composta pelo Prof. M. Sc. Matheus Diniz Pinto de Moraes (orientador e presidente da banca), Prof. M. Sc. Michael José Batista dos Santos e Prof. Dr. Erick Frade Silva. A reunião teve por objetivo avaliar o trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Engenharia de Minas da discente Regiane Auzier Coelho sob o título Avaliação do Cenário Ambiental e Análise Quantitativa das Argilas no Município de Juruti-PA. O trabalho foi aberto pelo orientador. Cada examinador arguiu o(s) estudante(s), com tempos iguais de perguntas e respostas. Terminadas as arguições, procedeu-se o julgamento do trabalho, concluindo a Banca Avaliadora que o discente está (X) APROVADO () REPROVADO , com nota 8,0. Nada mais havendo a tratar, foi a presente ata lavrada por mim, Matheus Diniz Pinto de Moraes, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Juruti, 27 de junho de 2025

Documento assinado digitalmente
gov.br **MATHEUS DINIZ PINTO DE MORAIS**
Data: 01/07/2025 08:10:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Matheus Diniz Pinto de Moraes
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br **MICHAEL JOSE BATISTA DOS SANTOS**
Data: 01/07/2025 10:41:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Michael José Batista dos Santos
(Avaliador 1)

Documento assinado digitalmente
gov.br **ERICK FRADE SILVA**
Data: 01/07/2025 08:18:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Erick Frade Silva
(Avaliador 2)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que me concedeu perseverança e sabedoria, em todos os momentos.

A minha família pelo incentivo e apoio ao longo da jornada acadêmica. Mãe Janivalda Auzier, muito obrigada por entenderem os momentos de ausência, saibam que sem vocês a caminhada não seria possível.

A Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), Campus Universitário de Juruti e aos professores do curso de Engenharia de Minas por todas as experiências e conhecimentos compartilhados.

A Professora Adriana Lopes por ter abraçado a ideia e ter caminhado nessa jornada ao meu lado.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada.

**AVALIAÇÃO DO CENÁRIO AMBIENTAL E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS
ARGILAS NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA
COELHO, R. A.¹ LOPES, A.A.C.² MARIALVA, E.A.³ MORAIS, M.D.P.⁴**

¹Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Departamento de Engenharia de Minas, e- mail: regianeauzier36@gmail.com

²Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Departamento de Engenharia de Minas, e- mail: adriana.castro@ufopa.edu.br

³Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Departamento de Engenharia de Minas, e- mail: elden.marialva@ufopa.edu.br

⁴Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Departamento de Engenharia de Transportes, Química e de Minas, e-mail: matheus.morais@ufopa.edu.br

RESUMO

O crescimento populacional em Juruti (PA) elevou significativamente a demanda da construção civil, exigindo maior quantidade de matéria-prima. Como resultado, novas áreas de extração de argila vêm sendo abertas para abastecer a produção de tijolos local. Este estudo tem como objetivos: Avaliar o impacto ambiental dessas lavras; Identificar, por meio de análises químicas, as argilas usadas na produção de tijolos no município; Mapear as degradações ambientais associadas à atividade de extração; Propor medidas de mitigação e recuperação ambiental.

A metodologia adotada é prática e laboratorial: envolve coletas em campo e ensaios químicos para determinar quais tipos de argila são utilizados. Os resultados serão apresentados em gráficos comparativos e servirão de base para discutir ações de preservação ambiental e alternativas eficazes de recuperação das áreas de lavra. Conclui-se que a atividade mineradora de argila tende a buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento social e a conservação ambiental, adotando técnicas de extração menos agressivas ao meio ambiente.

Palavras-Chave: Cenário Ambiental, Análise Quantitativa, Construção Civil, Extração de Argila.

ABSTRACT

The population growth in Juruti (PA) has significantly increased the demand for construction, requiring larger amounts of raw materials. As a result, new clay extraction areas have been opened to supply local brick production. This study aims to: Assess the environmental impact of these mining operations; Identify, through chemical analyses, the clays used in brick production within the municipality; Map the environmental degradation associated with the extraction activity; Propose measures for mitigation and environmental recovery.

The adopted methodology is practical and laboratory-based: it involves field sampling and chemical testing to determine which types of clay are used. The results will be displayed in comparative graphs and will serve as a foundation for discussing environmental preservation actions and effective alternatives for reclaiming mined areas. It can be concluded that clay mining activities tend to strive for a balance between social development and environmental conservation, adopting extraction techniques that are less harmful to the environment.

Keywords: Environmental Scenario, Quantitative Analysis, Civil Construction, Clay Extraction.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO	2
3	METODOLOGIA	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5	CONCLUSÃO	14
	REFERÊNCIAS.....	16



AVALIAÇÃO DO CENÁRIO AMBIENTAL E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS ARGILAS NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA

Regiane Auzier Coelho ¹
Adriana Araujo Castro Lopes ²
Elden de Albuquerque Marialva ³

RESUMO

Objetivo: Investigar os impactos ambientais causados pela extração de argila para a fabricação de produtos cerâmicos (tijolos) no município de Juruti-PA e caracterizar os tipos de argilas utilizadas nesse processo.

Referencial Teórico: Foi baseado na NBR ISO14001 (requisito 3.4.1), onde o impacto ambiental é definido como: “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização” e nas normas da ABNT que se trata da caracterização mineral.

Método: Os métodos utilizados nesta pesquisa descrevem e delimitam a área de estudo, avaliar os impactos causados pela extração da argila no município, e caracterizar as argilas oriundas da extração para fabricação de tijolos.

Resultados e Discussão: Os resultados obtidos revelaram a área de estudo, as características físicas e químicas das argilas, as áreas impactadas e a negligência dos órgãos fiscalizadores em relação às mineradoras de pequeno porte, onde deixam os trabalhadores e microempreendedores sem informações sobre o procedimento adequado com as atividades de extração e manuseio das argilas, gerando riscos ao meio ambiente e a saúde física da população.

Implicações da Pesquisa: As implicações práticas e teóricas desta pesquisa podem influenciar práticas no campo de Engenharia de Minas. Essas implicações podem abranger Geologia, Gestão Ambiental, Engenharia Ambiental e Engenharia Florestal.

Originalidade/Valor: A relevância e o valor desta pesquisa são evidenciados por mostra as características da argila para os trabalhadores locais e conscientizar os setores e as pessoas envolvidas sobre a importância da conscientização ambiental.

Palavras-chave: Cenário Ambiental, Análise Quantitativa, Construção Civil, Extração de Argila.

EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL SCENARIO AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF CLAYS IN THE MUNICIPALITY OF JURUTI-PA

ABSTRACT

Objective: To investigate the environmental impacts caused by clay extraction for the production of ceramic products (bricks) in the municipality of Juruti-PA and to characterize the types of clays used in this process.

Theoretical Framework: Based on NBR ISO 14001 (requirement 3.4.1), where environmental impact is defined as: "any modification of the environment, adverse or beneficial, resulting wholly or partially from the activities, products, or services of an organization," and on ABNT standards related to mineral characterization.

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará, Juruti, Pará, Brasil. E-mail: regianeauzier36@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7308-7459>

² Universidade Federal do Oeste do Pará, Juruti, Pará, Brasil. E-mail: adriana.castro@ufopa.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3228-1148>

³ Universidade Federal do Oeste do Pará, Juruti, Pará, Brasil. E-mail: elden.marialva@ufopa.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9708-6423>

Method: The methods used in this research describe and delimit the study area, assess the impacts caused by clay extraction in the municipality, and characterize the clays extracted for brick manufacturing.

Results and Discussion: The results revealed the study area, the physical and chemical characteristics of the clays, the impacted areas, and the negligence of regulatory bodies toward small-scale mining operations. These entities leave workers and micro-entrepreneurs without proper information regarding suitable procedures for clay extraction and handling, creating risks to the environment and public health.

Research Implications: The practical and theoretical implications of this research may influence practices in the field of Mining Engineering. These implications can extend to Geology, Environmental Management, Environmental Engineering, and Forestry Engineering.

Originality/Value: The relevance and value of this research lie in its ability to reveal the characteristics of clay to local workers and raise awareness among sectors and individuals about the importance of environmental consciousness.

Keywords: Environmental Scenario, Quantitative Analysis, Civil Construction, Clay Extraction.

EVALUACIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL Y ANÁLISIS CUANTITATIVO DE ARCILLAS EN EL MUNICIPIO DE JURUTI-PA

RESUMEN

Objetivo: Investigar los impactos ambientales causados por la extracción de arcilla para la producción de productos cerámicos (ladrillos) en el municipio de Juruti-PA y caracterizar los tipos de arcillas utilizadas en este proceso.

Marco Teórico: Basado en la norma NBR ISO 14001 (requisito 3.4.1), donde el impacto ambiental se define como: “cualquier modificación del medio ambiente, adversa o beneficiosa, que resulte total o parcialmente de las actividades, productos o servicios de una organización”, y en las normas de la ABNT relacionadas con la caracterización mineral.

Método: Los métodos empleados en esta investigación describen y delimitan el área de estudio, evalúan los impactos causados por la extracción de arcilla en el municipio y caracterizan las arcillas extraídas para la fabricación de ladrillos.

Resultados y Discusión: Los resultados obtenidos revelaron el área de estudio, las características físicas y químicas de las arcillas, las áreas impactadas y la negligencia de los organismos reguladores respecto a las pequeñas empresas mineras. Estas dejan a los trabajadores y microemprendedores sin información sobre los procedimientos adecuados para la extracción y manejo de arcillas, generando riesgos para el medio ambiente y la salud pública.

Implicaciones de la Investigación: Las implicaciones prácticas y teóricas de esta investigación pueden influir en las prácticas del campo de la Ingeniería de Minas. Estas implicaciones abarcan áreas como Geología, Gestión Ambiental, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Forestal.

Originalidad/Valor: La relevancia y el valor de esta investigación radican en mostrar las características de la arcilla a los trabajadores locales y concienciar a los sectores y personas involucradas sobre la importancia de la conciencia ambiental.

Palabras clave: Escenario Ambiental, Análisis Cuantitativo, Construcción Civil, Extracción de Arcilla.

RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1 INTRODUÇÃO

Conforme Costa (2019), A mineração desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico global, fornecendo materiais essenciais para diversas indústrias, incluindo a construção civil. No entanto, a exploração mineral gera impactos ambientais que muitas vezes são irreversíveis. A extração de recursos naturais, como a argila, necessária para a fabricação de produtos cerâmicos, exige a remoção da vegetação, expondo o solo a processos erosivos e degradando recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos. Além disso, essas atividades contribuem para a poluição do ar e sonora, resultando em consequências adversas para o meio ambiente e para a qualidade de vida das comunidades locais.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais Brasil (1986).

No município de Juruti, localizado no estado do Pará, a implementação de uma mineradora de bauxita tem levado ao aumento populacional significativo e à consequente expansão da urbanização local. Este crescimento tem impulsionado a indústria da construção civil e aumentando a demanda por materiais cerâmicos, como tijolos.

O município é particularmente rico em argila mineral, que é utilizada como matéria-prima pelas indústrias ceramistas locais. Devido à abundância deste recurso, a extração de argila na região apresenta um baixo valor unitário e é frequentemente realizada por mineradoras de pequeno porte em mineração a céu aberto. Embora crucial para o desenvolvimento econômico da região, a extração de argila não é monitorada e fiscalizada corretamente, gerando preocupações em relação aos seus impactos ambientais.

De acordo com Mechi & Sanches (2010), a extração de argila em terrenos planos aluviais é uma das formas mais impactantes de mineração, pois é realizada a céu aberto e em áreas próximas a recursos hídricos. Este tipo de mineração pode causar significativos danos ambientais, incluindo a degradação do solo e dos corpos d'água, além da destruição de habitats naturais. Através de uma análise integrada da paisagem, é possível entender os prejuízos provocados pela exploração da argila e propor medidas que reduzam a degradação ambiental, permitindo o uso futuro das áreas em outras atividades.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar os impactos ambientais

causados pela extração de argila para a fabricação de produtos cerâmicos (tijolos) no município de Juruti-PA caracterizando os tipos de argilas existentes no processo de fabricação desses tijolos. Além de fazer um levantamento a respeito do nível de degradação causado pelas atividades de extração de argila, verificar as formas de recuperação dessas áreas atingidas e caracterizar os diferentes tipos de argilas por comparação.

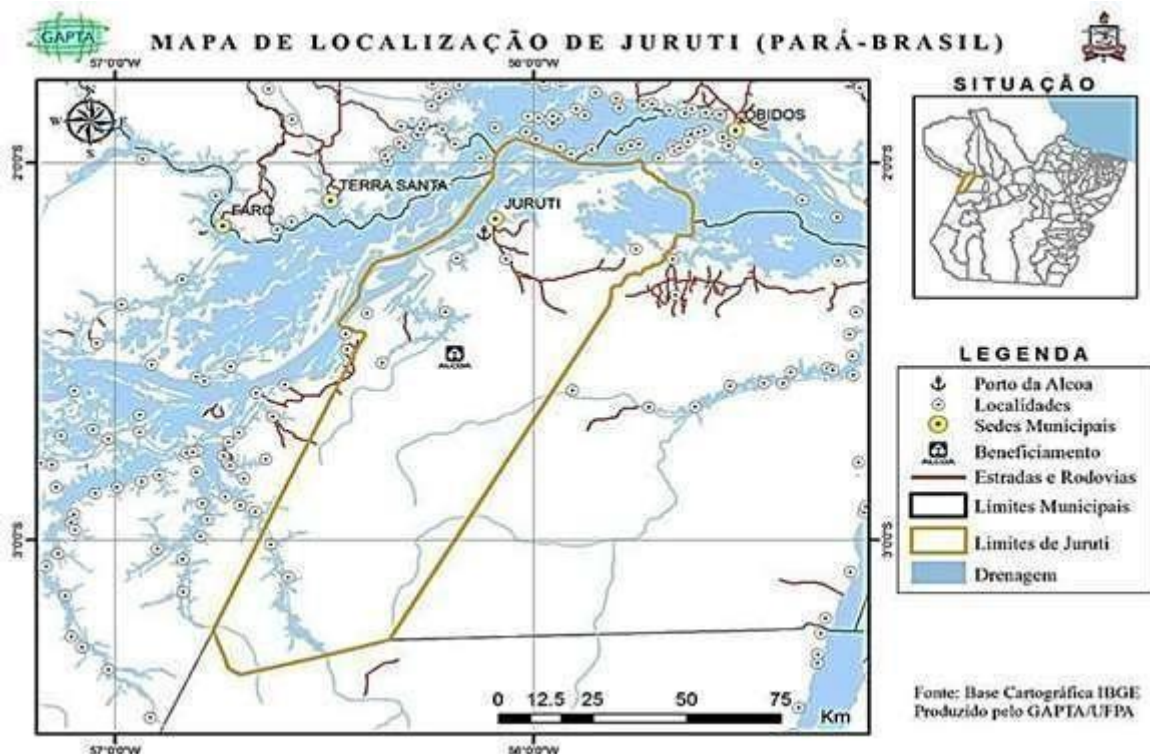
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área selecionada para o desenvolvimento do estudo está situada no município de Juruti, porção noroeste do estado do Pará, pertencente a mesorregião do Baixo Amazonas, tendo como referência espacial as coordenadas geográficas de latitude: 2°09'07 Sul e longitude: 56°05'31 Oeste (Figura 1). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE), a unidade territorial de Juruti possui áreas de 8.303,966 km² e a densidade demográfica é de 7,2 hab/km², com população estimada em 59.961 habitantes.

Figura 1

Base cartografia IBGE, produzido pelo GAPTA/UFPa.



Fonte: Base cartografia IBGE (2023).

Esse crescimento populacional foi impulsionado pela chegada da mineradora Alcoa, cuja instalação resultou na expansão da cidade para atender à demanda de uma expressiva quantidade de pessoas que migraram para a região em busca de oportunidades de trabalho na mineradora. A presença da Alcoa não apenas trouxe uma nova dinâmica econômica, mas também exigiu melhorias na infraestrutura urbana, serviços e habitação para acomodar o aumento populacional.

2.2 ARGILA: IMPORTÂNCIA E SUAS PRINCIPAIS APLICAÇÕES

De acordo com Lima (2011), argila pode ser definida como um material terroso, de granulação muito fina (tamanho, argila e silte), que adquire plasticidade quando umedecida com água. Mineralogicamente, é composta por caulinita/haloisita, illita e montmorilonita, enquanto as impurezas presentes, às vezes úteis, são quartzo, mica, feldspato, óxido de ferro, carbonatos e matéria orgânica.

De acordo com Felix & Horn Filho (2020), é proveniente da decomposição de rochas ígneas primárias, a partir do intemperismo sob essas rochas preexistentes tais como granitos e pegmatitos. O intemperismo se dá através da ação química da água, do óxido de carbono, dos ácidos húmicos e, mais raramente, dos gases de enxofre, flúor, auxiliados por temperaturas elevadas. As argilas apresentam cores e tonalidades variadas, predominando do cinza-médio a escuro, além das tonalidades esverdeadas, amareladas, avermelhadas e amarronzadas

De acordo com Correia Filho (1997), A atividade de mineração representa 4% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil e a mineração de argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha, também conhecidas na literatura como argilas comuns (*common clays*), destaca-se entre estes recursos minerais.

De acordo com Prado (2021), são produzidas cerca de 63,6 bilhões de peças cerâmicas por ano no Brasil dentre blocos, tijolos, telhas, elementos vazados, lajes, lajotas, ladrilhos vermelhos, tubos, agregados leves, além de produtos para outros fins como argilas piro expandidas, objetos ornamentais e utensílios domésticos, os quais utilizam em sua fabricação aproximadamente 140 milhões de toneladas de argila. Conforme Ministério de Minas e Energia (2019), A localização das fábricas é definida pela proximidade às jazidas e aos centros consumidores.

2.3 EXTRAÇÃO DA ARGILA

De acordo com Regensburger (2004), a mineração é definida como a extração, elaboração e beneficiamento de minerais que estão em estado natural. São inclusos também a exploração das minas subterrâneas e a céu aberto, as pedreiras e os poços, com todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios e outros minerais em bruto.

Conforme Farias (2006), A atividade de exploração mineral desempenha um papel crucial na economia de diversos países, mas precisa ser conduzida com responsabilidade social e alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Anjos et al., s/d (apud Colturato, 2002), a retirada de argila ocorre preferencialmente nos meses de menor precipitação pluviométrica, devido à maior facilidade das condições de acesso e retirada do material das áreas mineradas. A extração, geralmente, desenvolve-se a partir de lavra a céu aberto, devido aos depósitos sedimentares estarem situados próximo à superfície, cobertos por camadas de solo de pequena espessura.

O método de lavra caracteriza-se pelo desmonte mecânico das camadas de argila, realizado em tiras ou cavas semicirculares. Os equipamentos empregados nesse processo incluem pá-carregadeiras, escavadeiras e retroescavadeiras, selecionados conforme a forma e a profundidade do estrato argiloso (Anjos como citado em Colturato, 2021, p.45–61).

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA EXTRAÇÃO DE ARGILA

Para fins de exploração mineral, a vegetação deve ser suprimida no começo das atividades de lavra. Em relação ao solo, retira-se os horizontes A e parte do B, pois o material de interesse se encontra próximo ao horizonte C e uma parte no B (Regensburger, 2004).

Assim, a superfície do solo fica mais exposta à ação da chuva, o que contribui e acelera as modificações das condições físicas e químicas do material argiloso, induzindo ao processo de compactação do solo e alterando a rugosidade superficial, a porosidade e a taxa de infiltração da água. Isso causa um distúrbio considerável no ambiente, tornando-se necessária a intervenção na recuperação da vegetação, implicando em maiores custos financeiros e legais, na tentativa de atender a legislação ambiental (Regensburger, 2004). De acordo com Sánchez (2006), a definição trazida pela Resolução n.º 001/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Artigo 1º, o impacto ambiental é definido como:

“... qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais.”

Desse modo, “impactos ambientais” na mineração podem ser definidos como qualquer alteração (efeito) causada (ou que pode ser causada) no meio ambiente pelas atividades da empresa no processo de exploração e extração mineral.

Segundo Moreira (1992, p. 33) a avaliação de impacto ambiental é:

“[...] um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados”.

Sánchez (2006), também traz esta definição na NBR ISO14001 (requisito 3.4.1), onde o impacto ambiental é definido como: “qualquer modificação do meio ambiente, maléfica ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”, como mostra a tabela 1.

Tabela 1

Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): Formas de Impacto Ambiental e suas Características.

IMPACTO	CARACTERÍSTICA
Impacto direto	Quando resulta de uma simples relação de causa e efeito, também chamado impacto primário ou de primeira ordem.
Impacto indireto	Quando é uma reação secundária em relação a ação ou quando é parte de uma cadeia de reações, também chamado impacto secundário ou de enésima ordem (segunda, terceira, etc), de acordo com sua situação na cadeia de reações.
Impacto local	Quando a ação afeta o próprio sítio e suas imediações.
Impacto regional	Quando o efeito se propaga por uma área e suas imediações
Impacto estratégico	Quando é afetado um componente ou recurso ambiental de importância coletiva ou nacional.
Impacto imediato	Quando o efeito surge no instante em que se dá à ação
Impacto a médio e longo prazo	Quando o efeito se manifesta depois do decorrido certo tempo após a ação.
Impacto temporário	Quando o efeito permanece por um tempo determinado
Impacto permanente	Quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar, num horizonte temporal conhecido.

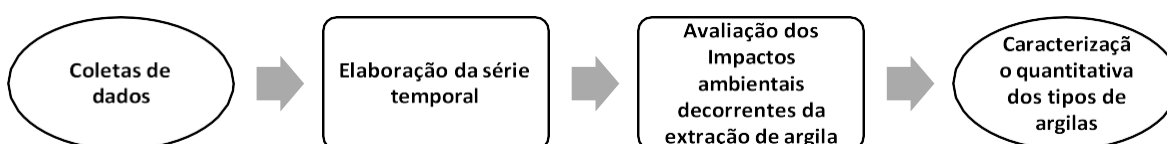
Fonte: MOREIRA (1985).

3 METODOLOGIA

A pesquisa descrita nesse trabalho foi realizada no Laboratório de Tratamento de minério da Universidade Federal do Oeste do Pará - Campus Universitário de Juruti (LTM-CJur). Os procedimentos de preparação das amostras de argilas foram realizados de acordo com as normas ABNT. Assim, para alcançar aos objetivos propostos da pesquisa, as seguintes etapas foram executadas como mostra a Figura 2.

Figura 2

Etapas realizadas no trabalho.



3.1 COLETAS DE INFORMAÇÕES DE CAMPO E COLETA DAS AMOSTRAS DE ARGILA PARA TESTE QUANTITATIVO

A coleta de informações, incluindo dados de campo, geologia da área, coordenadas geográficas e amostras de argila, foi realizada junto às fábricas cerâmicas do município de Juruti. para identificar as frentes de lavra ativas e inativas, além de quantificar as de cavas presentes na região.

3.2 ELABORAÇÃO DE MAPAS

Utilizou-se a ferramenta Google Earth para criar os mapas de delimitação da área das cavas presentes na região Macacaúba, juruti (Pará). Foi possível realizar também através desta mesma ferramenta a série temporal das jazidas.

3.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para a identificação dos impactos ambientais, foram realizadas oito visitas de campo nas jazidas de exploração da argila. Durante as visitas, foi possível elaborar o quadro de Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) por meio da avaliação visual dos danos gerados ao meio

ambiente devido a esse tipo de exploração. a demais, pensando em uma forma de conscientizar os trabalhadores locais foi aplicado um questionário sobre os danos causados pelo empreendimento.

3.4 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS TIPOS DE ARGILAS

Para caracterização dos tipos de argilas foi utilizado o difratômetro de Raio X (DR-X), no laboratório de central analítica (RIDH), UFOPA – Campus Tapajós, Santarém, Pará. Três amostras passaram pelo processo de secagem em uma estufa com temperatura de 104° durante 24 horas; depois de secas foram trituradas utilizando o grau de Ágata (Figura 3). Com auxílio de uma balança de precisão, foram pesadas 5 g de cada amostra, e este material foi adicionado nos porta amostras e analisadas no difratômetro de raio X (DR-X). Uma representação visual do procedimento pode ser encontrada na Figura 4.

Figura 3

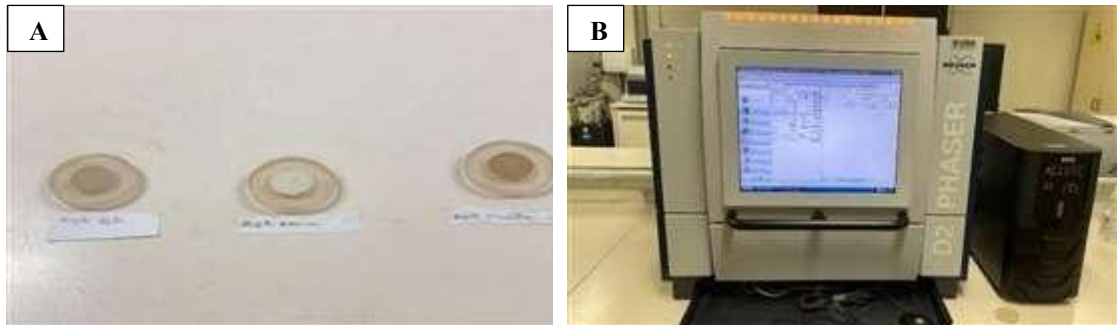
Processo de preparação de argila para análise. (A) Amostra de argila branca seca durante o processo de trituração; (B) Amostra de argila vermelha seca durante o processo de trituração; (C) Amostra de argila preta seca durante o processo de trituração.



Fonte: UFOPA-RIDH, 2023.

Figura 4

Imagens do processo de obtenção de dados no laboratório RIDH: (A) Três porta amostras contendo 5 g de argila preta, branca e vermelha; (B) Leitura realizada no difratômetro de raios X (DR-X).



Fonte: RIDH-UFOPA (2023).

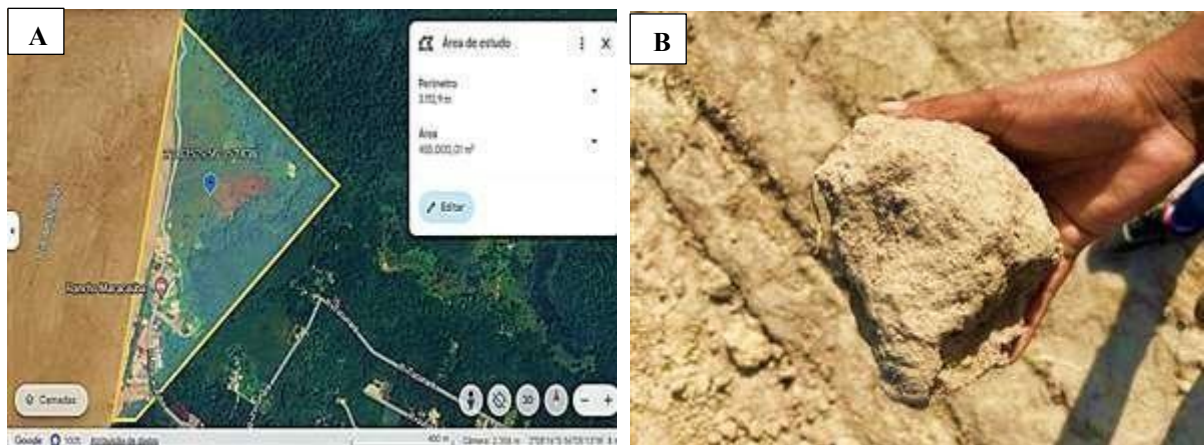
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. COLETA DE DADO E DAS AMOSTRAS PARA TESTE QUANTITATIVO

Foram feitas 8 visitas de campo, para avaliação do local de estudo, durante as visitas de campo foi possível aumentar a percepção sobre a realidade dos trabalhadores e proprietários do setor, possibilitando explorar a área de estudo e acompanhar os processos que envolvem desde a extração da argila até a fabricação dos tijolos. Além disso, foram realizadas coletas das amostras necessárias para o teste quantitativo, conforme apresentado na figura 5.

Figura 5

Local de coleta de dados, município de Juruti (Pará): (A) Delimitação da área de estudo; (B) Amostra de argila coletada em uma cava na região de Macacaúba.



4.2 ELABORAÇÃO DE MAPAS

Os mapas foram elaborados para identificar o avanço das áreas de extração de argila ao longo dos anos de 2012, 2017 e 2022, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6

Evolução da área de extração de argila ao longo dos anos: (A) 2012; (B) 2017; (C) 2022. As áreas destacadas em amarelo indicam os locais de extração de argila.



Conforme a Figura 6A, em 2012 não havia registro de exploração na área, enquanto em 2017 Figura 6B observa-se duas áreas sendo exploradas em uma vegetação secundária, de acordo com a Lei Federal nº 11.428/2006, que permite esse tipo de exploração, desde que acompanhada pelos órgãos ambientais. No ano de 2022 Figura 6C há o registro de três áreas exploradas, sendo que a segunda área abrange uma vegetação primária, onde esse tipo de exploração não é permitido, conforme a Lei Federal nº 11.428/2006.

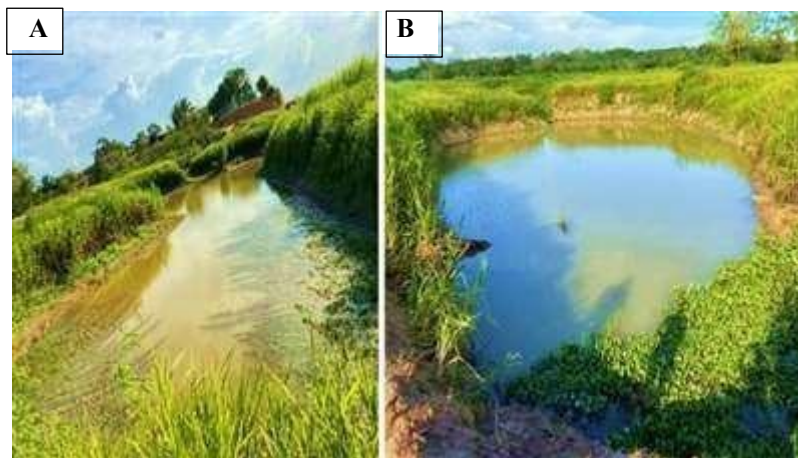
4.3 CENÁRIO AMBIENTAL DA LAVRA DE ARGILA DO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA

Observou-se durante as visitas de campo que as áreas de extração para fabricação dos produtos cerâmicos no município não possuem método de recuperação (Lei nº9985/00), e nem planejamento do uso futuro na área degradada (Figura 7). As jazidas desativadas para este fim não foram recuperadas e a vegetação está crescendo de forma espontânea. Observou-se também

uma significativa alteração na topografia e a presença de cobertura vegetal que cresce lentamente em função do tempo de inativação da extração.

Figura 7

A figura ilustra o abandono da área de extração de argila: (A) Alteração na topografia com cobertura vegetal em crescimento acelerado devido ao tempo de abandono; (B) Alteração na topografia com cobertura vegetal em crescimento lento ao longo do tempo.



Ocorre significativa alteração da topografia, ausência de vegetação e presença de áreas alagadas devido à reduzida permeabilidade do solo argiloso. A exposição da área sem a cobertura vegetal, facilita a ação dos agentes climáticos, causando empobrecimento do solo, pela perda de nutrientes, erosão e a contaminação da água.

Destaca-se que, em jazidas de pequeno porte, como nas áreas abordadas neste estudo, os impactos ambientais tendem a se limitar ao próprio local de exploração, com pouca interferência nas áreas adjacentes. Ademais, as atividades são realizadas de forma sazonal, onde a lavra é interrompida, principalmente, nos períodos de maior incidência de chuvas.

Com base na caracterização visual das áreas e na aplicação dos conceitos de aspectos e impactos ambientais, foi desenvolvido o quadro de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), onde os impactos associados à extração de argila em Juruti foram classificados qualitativamente, conforme ilustrado no Quadro 1.

Figura 8*Quadro de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)*

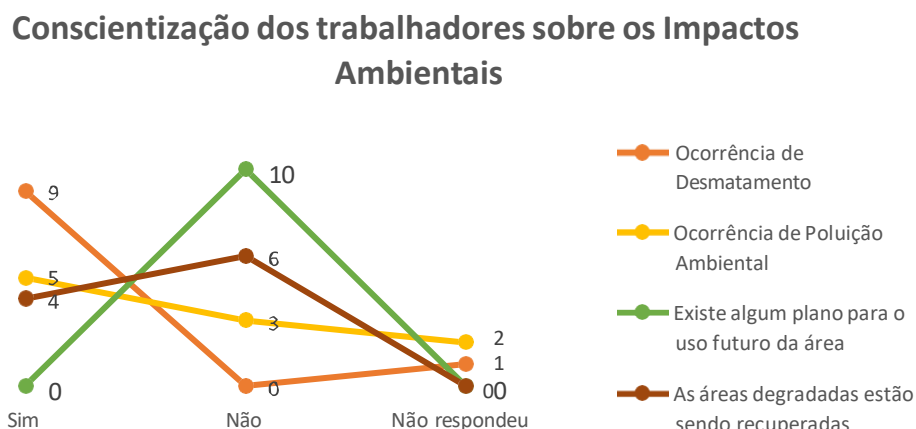
Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais	Natur eza	Forma	Abra m gência	Temp oralid de	Duraç ão	Rever sibilid ade	Magni tude	Impor tância
Emissão de poeira proveniente das vias de acesso e movimentação do material	Alteração da qualidade do ar; Risco a saúde dos trabalhadores	Negativo	Direto	Disperso	Longo prazo	Permanente	Reversível	Fraca	Alta
Emissão de gases de combustão	Alteração da qualidade do ar; Risco a saúde dos trabalhadores	Negativo	Direto	Disperso	Longo prazo	Permanente	Reversível	Fraca	Média
Erosão e compactação do solo	Redução da fertilidade do solo; Alteração do regime de escoamento	Negativo	Direto	Localizado	Longo prazo	Permanente	Reversível	Moderada	Alta
Assoreamento dos cursos d'água	Alteração da qualidade da água Redução da lâmina d'água	Negativo	Direto	Localizado	Longo prazo	Permanente	Reversível	Moderada	Alta
Remoção da cobertura vegetal	Redução da vegetação nativa Perda de habitat natural	Negativo	Direto	Localizado	Curto prazo	Permanente	Reversível	Forte	Alta
Alteração na fauna	Afugentamento da fauna nativa	Negativo	Direto	Localizado	Curto prazo	Permanente	Reversível	Forte	Alta
Alteração paisagística	Poluição visual	Negativo	Direto	Localizado	Curto prazo	Permanente	Irreversível	Moderada	Média
Emissão de Ruídos	Desconforto aos trabalhadores Incômodo na vizinhança	Negativo	Direto	Localizado	Curto prazo	Temporário	Reversível	Fraca	Média

Fonte: Adaptado de PRADO, 2021.

A Figura 9, ilustra o nível de conscientização dos trabalhadores envolvidos na exploração desse recurso mineral onde dez trabalhadores locais foram entrevistados e responderam a um questionário contendo quatro perguntas, como mostrado a seguir.

Figura 9

Gráfico de demonstração dos níveis de conscientização de trabalhadores e proprietários locais sobre os impactos ambientais no município de Juruti (Pará).



Com base no gráfico gerado através do questionário aplicado, as seguintes observações foram pontuadas:

1. **Conscientização sobre o desmatamento:** Cerca de 90% das pessoas estão cientes do impacto do desmatamento.
2. **Conscientização sobre a poluição ambiental:** Aproximadamente 50% dos trabalhadores locais reconhecem os problemas relacionados à poluição ambiental.
3. **Plano de fechamento da mina:** Não existe um plano de fechamento da mina, já que os trabalhadores acreditam que a natureza se recompõe em cerca de 4 anos e, por isso, não há estudos de recuperação das áreas afetadas.

Esse cenário indica que, apesar de uma alta conscientização sobre o desmatamento, ainda existe uma percepção limitada sobre a poluição ambiental. Além disso, a ausência de um plano de recuperação pode ser preocupante, pois a natureza nem sempre se regenera sozinha de forma completa ou no tempo esperado. É importante considerar estudos e ações de recuperação ambiental para garantir a sustentabilidade a longo prazo.

4.4. CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS TIPOS DE ARGILAS

Com base nas análises realizadas no laboratório da RIDH UFOPA, foi possível classificar as argilas a partir de suas características quantitativas. Os resultados permitiram identificar os principais componentes químicos presentes em cada amostra, bem como suas respectivas concentrações, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3

Composição química das amostras de argilas e suas respectivas concentrações com base nas análises laboratoriais realizadas.

Comp. Química	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	Na₂O/ K₂O	MgO	H₂O	C	LOI
Argila branca	Alta, boa rigidez	Equilibrada, moldável	Baixo teor (cor clara)	Baixo	Baixo	Moderado	baixo	Moderado
Argila vermelha	Moderado	Baixa a moderado	Alto teor (cor avermelhada)	Moderado	Baixo a moderado	Alto (plástica)	baixo	Alto
Argila preta	Moderado	Moderado	Moderado (tons escuros)	Baixo	Moderado	Alto (muito moldável)	Alto	Alto

Com base nos dados químicos das argilas, as seguintes análises foram pontuadas:

1. A argila branca apresenta alta concentração de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ em proporções equilibradas, o que lhe confere um tom mais claro e maior resistência ao calor;
2. A argila vermelha tem alta concentração de Fe₂O₃, óxido responsável pela coloração avermelhada da argila. Também pode apresentar níveis mais elevados de K₂O e Na₂O, que influenciam sua fusibilidade e trabalhabilidade;
3. A argila preta possui quantidade significativa de matéria orgânica, o que contribui para sua cor escura. Embora o Fe₂O₃ esteja presente, ele está em menor quantidade em comparação com a argila vermelha. A argila preta também tende a ter um maior teor de carbono, o que pode influenciar na fusibilidade e na cor do produto final.

Com base nas análises podemos deduzir que cada tipo de argila apresenta características químicas específicas que influenciam diretamente sua cor, propriedades físicas e aplicações.

5 CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados obtidos por este trabalho foi possível concluir que:

- A atividade minerária da argila desenvolvida na cidade de Juruti-PA, é muito importante para o fornecimento de matérias-primas para a construção civil, e conseguinte, para melhoria da qualidade de vida dos munícipes;
- As leis ambientais são, por vezes, negligenciadas, uma vez que a seleção das áreas de exploração e de extração das argilas são realizadas no município de forma empírica, sem fiscalização por parte dos órgãos públicos competentes, abrindo brechas para o aumento

das áreas impactadas por essa atividade e não deve ser esquecida as normativas no que tange a exploração de recursos naturais, onde são enfatizadas as questões da reabilitação da área, após o encerramento das atividades;

- Não há recuperação das áreas degradadas no município após o encerramento da atividade de extração nas jazidas analisadas;
- Argila Branca: Possui uma composição mais equilibrada, com níveis de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, e outros compostos que permitem uma aparência mais clara e uma maior resistência ao calor, é a única que apresenta o elemento químico carbono, no entanto não apresentou matéria orgânica, se comparado com a argila preta e a vermelha com isso a argila branca tende a ser usada em cerâmica de alta qualidade devido à sua pureza.
- Argila Vermelha: A argila vermelha é rica em Fe₂O₃, o que a torna ideal para produtos que exigem uma cor avermelhada. Essa cor está relacionada ao maior conteúdo de óxido de ferro. Pode ter um teor de água maior, o que a torna mais plástica para modelagem.
- Argila Preta: A argila preta geralmente contém uma maior quantidade de matéria orgânica, o que contribui para a cor escura. O óxido de ferro também pode estar presente, mas em menor quantidade que na argila vermelha. A composição da argila preta a torna adequada para a produção de cerâmicas com uma textura única e uma coloração mais escura;
- Recomenda-se a ampliação de um trabalho social de conscientização ambiental mais atuante no município, tanto para a recuperação das áreas já desativadas, quanto para as que estão em operação, na tentativa de mitigar e conter o avanço dos impactos ambientais no município.

REFERÊNCIAS

- Anjos, F. S., et al. (2017). Apud Colturato, 2002. Versa. *Agroecossistemas*, 9(1), 45–61.
- Brasil. (2000). *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). (1986). *Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986*. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).
- Correia filho, F. L. (1997). *Projeto Avaliação de Depósitos Minerais para a Construção Civil PI/MA* (Vol. 1). Teresina: CPRM
- Farias, T. Q. (2006). Licenciamento ambiental e responsabilidade empresarial. *Âmbito Jurídico, Rio Grande, IX*, (30), 1067-1085.
- Félix, A., & Horn Filho, N. O. (2020). *Apostila Sedimentologia* (E-ISBN 978-65-991949-8-6). Florianópolis: Edições do Bosque.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estimativa populacional 2021. 28 ago. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>
- Lima, A. M. de. (2011). *Saúde e segurança do trabalhador do barro em arranjos produtivos locais: o caso do artesanato de barro nos bairros Olarias e Poti Velho na cidade de Teresina-Piauí* (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- Ministério de Minas e Energia. (2019). *Anuário estatístico: setor transformação não metálicos*. Brasília, DF.
- Moreira, I. V. D. (1990). *Vocabulário básico de meio ambiente*. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.
- Prado, W. F. R., & Lima, L. V. (2021). Avaliação de impactos ambientais na extração de argila para a indústria de cerâmica vermelha em Guanambi/BA. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 15(1), 11–19.
- Regensburger, B. (2004). *Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serapilheira, e de atratores de fauna* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Sánchez, L. E. (2006). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo, SP: Oficina de Textos.