

NANOCLAY PRODUCTION

 <https://doi.org/10.56238/arev7n8-176>

Date of submission: 07/19/2025

Date of publication: 08/19/2025

Viviane Alencar Marques Araújo do Nascimento Medeiros¹, Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez²

ABSTRACT

Since primordial times, humanity has used clay as an essential raw material in the commercial and industrial sectors. Nanocomposites such as nanoclay have a significant gain in mechanical properties, being used by industry in various applications. In this article, the raw clay was collected, colloidal suspension was carried out and the nanoclay resulted, with the objective of producing a nanocomposite from the raw clay collected from the soil, presenting its characteristics, chemical compositions and analysis of its structure. The methodology was followed in the production of nanoclay through colloidal suspension and physical analysis of the raw clay. The nanoclay produced was followed by Scanning Electron Microscopy (SEM and SEM), X-ray Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) and X-ray Diffraction (XRD) analyses. Based on the results that were obtained, it became possible to obtain satisfactory results with the production of nanoclay in this study, being easy to prepare and with low cost, it is possible to prepare a nanocomposite for various applications.

Keywords: Clay. Polymer. Grain. Clay Minerals.

PRODUÇÃO DE NANOARGILA

RESUMO

Desde os tempos primordiais, a humanidade utiliza a argila como matéria-prima essencial nos setores comercial e industrial. Nanocompósitos como a nanoargila apresentam ganho significativo em propriedades mecânicas, sendo utilizados pela indústria em diversas aplicações. Neste artigo, a argila bruta foi coletada, a suspensão coloidal foi realizada e a nanoargila foi obtida, com o objetivo de produzir um nanocompósito a partir da argila bruta coletada do solo, apresentando suas características, composições químicas e análise de sua estrutura. A metodologia utilizada na produção da nanoargila foi por meio de suspensão coloidal e análise física da argila bruta. A nanoargila produzida foi acompanhada por análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV e MEV), Espectroscopia de Dispersão de Energia de Raios-X (EDS) e Difração de Raios-X (DRX). Com base nos resultados obtidos, foi possível obter resultados satisfatórios com a produção da nanoargila neste estudo, sendo de fácil preparo e baixo custo, sendo possível preparar um nanocompósito para diversas aplicações.

Palavras-chave: Argila. Polímero. Grão. Minerais de Argila.

¹ PhD student in the Graduate Program in Biodiversity and Biotechnology. Universidade Federal do Acre.
E-mail: vivyane.marques.mv@gmail.com

² Post-Doctorate in Nanosciences and Nanobiotechnology. Universidade Federal do Acre.
E-mail: anselmo.rodriguez@ufac.br

PRODUCCIÓN DE NANOARCILLA

RESUMEN

Desde tiempos remotos, la humanidad ha utilizado la arcilla como materia prima esencial en los sectores comercial e industrial. Los nanocompuestos, como la nanoarcilla, presentan una mejora significativa en sus propiedades mecánicas y se utilizan en la industria en diversas aplicaciones. En este artículo, se recolectó la arcilla cruda, se realizó una suspensión coloidal y se obtuvo la nanoarcilla. El objetivo es producir un nanocompuesto a partir de la arcilla cruda recolectada del suelo, presentando sus características, composición química y análisis estructural. La metodología empleada para la producción de nanoarcilla se basó en la suspensión coloidal y el análisis físico de la arcilla cruda. La nanoarcilla producida se analizó mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), espectroscopia de dispersión de energía de rayos X (EDS) y difracción de rayos X (DRX). Con base en los resultados obtenidos, se obtuvieron resultados satisfactorios en la producción de nanoarcilla en este estudio, ya que su fácil preparación y bajo costo permiten preparar un nanocompuesto para diversas aplicaciones.

Palabras clave: Arcilla. Polímero. Grano. Minerales Arcillosos.

1 INTRODUCTION

Clay is a fine-grained soil consisting of particles with dimensions smaller than 0.002 mm, presenting cohesion and plasticity, according to NBR 6502/95. Thus, it is possible to see that the term clay does not have a mineralogical connotation, being applied to all fine-grained particles found in sediments and soils (MORAIS, 2021).

Most of the properties of clays for a given purpose come from the clay minerals present, which have variations in crystallinity and are accompanied by other non-clayey minerals such as quartz, feldspars, calcite, hematite, mica, among others, with a particle size of 2 μm (MORENO, 2012).

The very versatile materials, abundant in nature, which have extremely fine granulometry, are non-toxic and low cost, are clays (MORAES *et al.*, 2009).

Currently, millions of tons of clay find applications, not only in ceramics and construction materials, slurries, foundry molds, pharmaceutical products, but also as adsorbents, catalysts, catalyst support, ion exchangers, among others, depending on the specific properties (MORAES *et al.*, 2009).

The term nanoclay is used to designate clay minerals of the group of phyllosilicates that are silicates in sheets, having layer thicknesses of approximately 1 nm and other dimensions in the order of 50 nm to 150 nm and have a specific surface area close to 750 m^2/g , the specific surface area of clean sand is approximately 0.0002 m^2/g , while Portland cement has a specific surface area between 0.30-0.35 m^2/g (CARASTAN, 2007).

This chapter aims to present the production of nanoclay from raw clay collected from the soil, presenting its characteristics, chemical compositions and analysis of its structure.

2 METHODOLOGY

2.1 OBTAINING THE CLAY

The kaolinite clay found in the Amazon region, Acre, was collected and the process to produce nanoclay was carried out. The collection took place in the Industrial District located in Rio Branco/AC, with the following coordinates S 9° 56' 33", W 67° 52' 11", see figure 1.

Figure 1

Clay collection site.



Source: Google Maps (2023).

2.2 PHYSICAL CHARACTERIZATIONS OF CLAY

For the raw clay, physical analyses were carried out, such as: the particle size by screening according to the DNER-ME 080/94 standard, Atterberg limits with the determination of the plasticity limit through the DNER-ME 082/94 standard and the determination of the liquidity limit according to the DNER-ME 122/94 standard and the actual density according to the DNER-ME 093/94 standard.

Before carrying out the analyses, the soil was prepared for characterization tests using the DNER-ME 041/94 standard. All analyses were carried out at the Soil Laboratory of the Federal University of Acre.

2.3 PRODUCTION OF NANOCCLAY

After collecting the raw clay, it was dried in the open air for 24 hours and unearthed, then sieved in sieve No. 200, the sieved material was used to produce nanoclay following the methodology adapted from Araújo (2019). The clay was prepared with a colloidal suspension through the process: with the concentration of 300 g to 2000 mL of distilled water and placed under stirring for 30 minutes. Then ultrasonically by the Ultrasonic Processors for 8 minutes following an eight-fold sequence, the resulting solution was kept at rest for one week. After one week, the supernatant part of the suspension was removed and it was placed under agitation for a period of 12 h, after which the suspension was centrifuged at 4000 rpm for 20 m, to remove the precipitate and eliminate any remaining clay aggregate. Finally, this colloidal

suspension of aggregate-free clay was dried for 48 h at 45 °C in an oven where the nanoclay powder was obtained.

The productions and materials used for nanoclay were carried out at the Nanobiotechnology Laboratory of the Bionorte Complex of the Federal University of Acre.

2.4 SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (MEV AND SEM) AND X-RAY ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY (EDS)

The nanoclay sample with the MEV and SEM, were used to inspect the microstructures of the materials under different conditions and the EDS analysis to obtain the chemical composition. All analyses were performed with a Thermo Axia ChemSEM (Thermo Fisher Scientific), operated at an acceleration voltage of 10 kV, under low vacuum conditions (50 Pa). The analyses took place at the University of Illinois-USA, in the laboratory of the department of materials science.

2.5 X-RAY DIFFRACTION - XRD

The X-ray diffraction (XRD) patterns of the nanoclay samples were measured using a diffractometer (BRUKER D8-ADVANCE). The XRD measurements conditions performed between 10°-80° at 2 θ , at an acceleration voltage of 40 kV and beam current of 40 mA, using step sizes of 0.02° and a scan speed of 0.1 sec/step. The analyses took place at the University of Illinois-USA, in the laboratory of the department of materials science.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The results are presented below, from obtaining the raw material used to the result of the material produced.

3.1 OBTAINING THE CLAY

It was collected to carry out the process of obtaining nanoclay, the clay found in the Amazon region, Acre. The collection took place in the Industrial District located in Rio Branco/AC, as shown in figure 2.

Figure 2

Place of collection of the clay used.



Source: From the authors (2023).

The location shown in figure 2 was chosen because there is a concentration of clay already removed from the deeper soil for application in ceramics.

3.2 PHYSICAL CHARACTERIZATIONS OF CLAY

With the raw clay collected, physical analyses were carried out on the clay such as sieving granulometry, the results are presented in Chart 1.

Chart 1

Particle size analysis by sieving.

PARTICLE SIZE ANALYSIS BY SCREENING						
AIR-DRIED SOIL SAMPLE		HYDROSCOPIC MOISTURE			SUMMARY %	
Wet total sample	1960.9	Capsule No.	13	41	Boulder above 4.8 mm	0.02
Retained #No. 10 dry	14.17	C+S+A	87.8	104.5	A. Thick 4.8 - 2.0 mm	0.72
Retained #No. 10 wet	1946.73	C+S	85.73	102.16	A. Average 2.0 - 0.42 mm	2.37
Water weight	60.35	A = water	2.07	2.34	A. Fine 0.42 – 200 mm	10.37
Passes # No. 10 dry	1886.38	C = capsule	20.58	28.41	Passing #200	86.52
Wet < No. 10 Sample	200	S = soil	65.15	73.75	Total	100
Dry < No. 10 Sample	193.8	H = Humidity	3.2	3.2	Retained at #200	

Dry total sample	1900.5 5	Hm =	3.2	Fc = 0.969		
SIEVE (NO.)	RETAINED MATERIAL					% that exceeds the total sample
	Weight (g)	Sample % Smallest No. 10	% of total sample	Cumulative %		
4	0.39		0.02	0.02		99.98
10	13.78		0.72	0.74		99.26
30	2.76	1.42		1.42	98.58	97.85
40	1.89	0.97		2.39	97.61	96.89
80	9.11	4.7		7.09	92.91	92.22
200	11.12	5.74		12.83	86.52	86.52

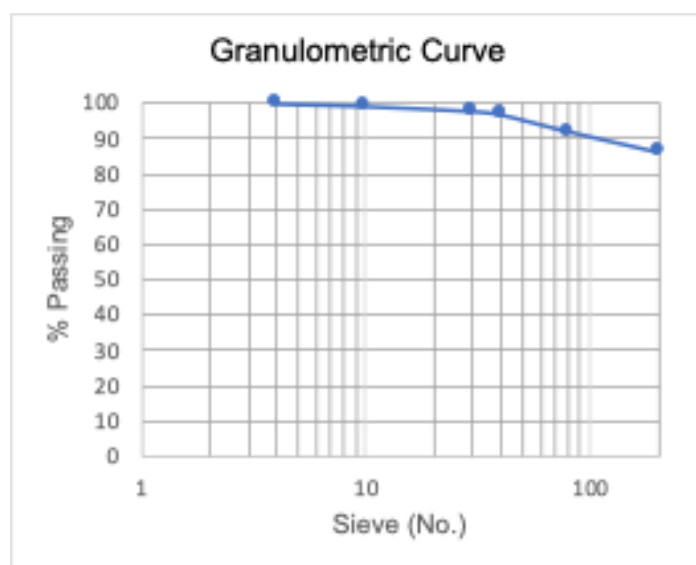
Source: From the authors (2023).

It is observed in the results of the sample that for the boulder they were 0.02 mm, which means that in the analysis there was no gravel, because it needed to be above 4.8 mm, for coarse sand it was 0.72 mm, not being in the range of 4.8 mm and 2.0 mm, but there is medium sand with a value of 2.37 mm and fine sand with 10.37 mm.

Graph 1 shows the particle size curve made with sieves no. 4, 10, 30, 40, 80 and 200.

Graph 1

Particle size curve.



Source: From the authors (2023).

The dimensions of aggregates were observed as a function of the size of the rock fragment and its proper particle size classification, being 10.37 % of fine sand, 4.37 % of medium sand, 0.72 % of coarse sand and 0.02 % of gravel.

The particle size curve presents the graphic results of the retained percentages accumulated in each sieve in relation to the dimension of the opening of its mesh, the accumulated retained percentage is represented on a natural scale and the sieve opening on a logarithmic scale.

The Atterberg Limits were performed on the raw clay, the results are presented in Table 2, and to achieve them a series of tests and trials were carried out to define the Liquidity Limit, the Plasticity Limit.

Chart 2

Atterberg's limits.

ATTERBERG LIMITS							
LIQUIDITY LIMIT							
Capsule No.	Capsule + Wet Soil (g)	Capsule + dry soil (g)	Capsule (g)	Water (g)	Dry soil (g)	Moisture content (%)	Number of Strikes
42	18.09	14.32	5.95	3.77	8.37	45.04	52
23	18.95	14.64	5.44	4.31	9.2	46.85	42
20	20.01	15.32	5.92	4.69	9.4	49.89	31
15	19.55	14.64	5.5	4.91	9.14	53.72	20
11	20.87	15.3	5.76	5.57	9.54	58.38	10
PLASTICITY LIMIT							
Capsule No.	Capsule + Wet Soil (g)	Capsule + dry soil (g)	Capsule (g)	Water (g)	Dry soil (g)	Moisture content (%)	Plasticity limit (%)
5	11.71	10.64	6.21	1.07	4.43	24.15	24.49
57	13.66	12.56	7.98	1.1	4.58	24.02	
16	10.22	9.36	5.8	0.86	3.56	24.16	
49	13.59	12.5	8.12	1.09	4.38	24.88	
18	12.22	10.86	5.47	1.36	5.39	25.23	
FINDINGS							
LIQUIDITY LIMIT %					51.8		
PLASTICITY LIMIT %					24.49		
PLASTICITY INDEX %					27.31		

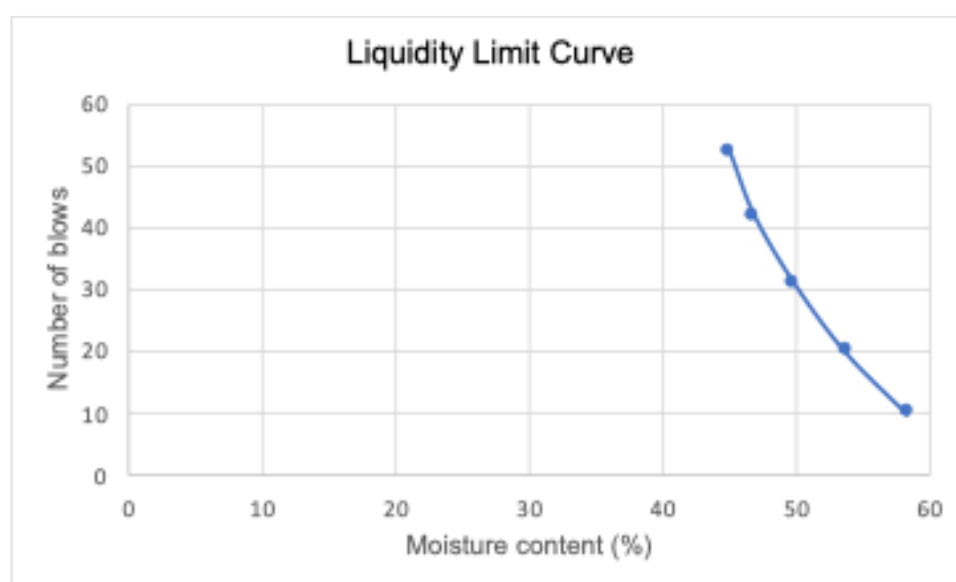
Source: From the authors (2023).

It was observed that the liquidity limit was 51.8%, plasticity limit was 24.49% and the plasticity index was 27.31%. The Plasticity Limit was defined as the lowest moisture content with which a cylinder with a diameter of 3 mm was able to be molded, rolling the soil with the palm of the hand, and the Liquidity Limit marks the transition from the semi-plastic state to the plastic state.

Graph 2 presents the liquidity curve according to the number of strokes in relation to moisture content.

Graph 2

Liquidity Limit Curve.



Source: From the authors (2023).

With the results, it was observed that with the points a straight line is obtained, with this the result that the soil is clayey with the classification of HRB A7-5 is high.

The actual density of the raw clay was analyzed to verify the relationship between the specific weight of the solid particles in grams (g), and the specific weight of an equal volume of pure water at a temperature of 25 °C, the results are presented in Table 3.

Chart 3

Actual specific mass of soil grains.

ACTUAL SPECIFIC MASS OF SOIL GRAINS							
Pycno meter No.	Pycnomete r + Water (g)	Pycnometer + Soil (g)	Pycnometer + Soil + Water (g)	Empty pycnometer (g)	Temper ature °C	Actual specific mass (g/cm ³)	Average specific mass (g/cm ³)
1	158.84	84.36	171.58	64.38	25	2.756	2.786
3	163.07	85.13	175.97	65.14	25	2.816	

Source: From the authors (2023).

The relative density of the particles that make up the soil was on average 2.786 g/cm³, where it is evaluated that the real behavior of the volume of the solid in the analysis allowed to disregard the spaces occupied by water and air. The result represents that the actual density is quite stable, being influenced by the composition of the solid fraction, especially in relation to the content of organic matter and mineralogical constituents of the soil, ranging from 2.3 g/cm³ to 2.9 g/cm³.

Frankiewicz and Bazzotti (2012) state that the Real Density (D_r) or Particle Density (D_p) corresponds to the real volume that a given solid occupies, not considering its porosity, where the results are expressed in grams per cubic centimeter and its variation is around 2.3 to 2.9 g/cm³.

3.3 PRODUCTION OF NANOCLAY

The clay was collected to make the nanoclay, first the raw clay was prepared, figure 3 shows the drying and unraveling.

Figure 3

Drying and unraveling of the raw clay - a) clay for drying; b) unraveling of the raw clay.



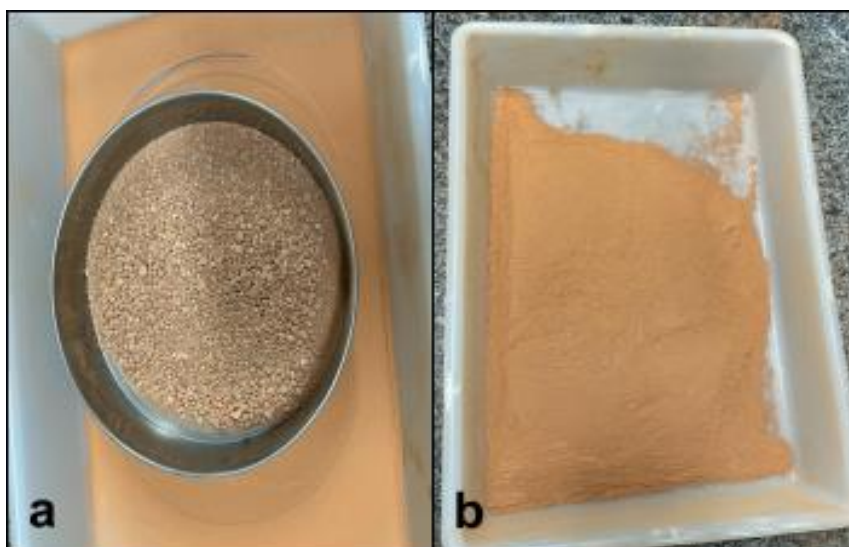
Source: From the authors (2023).

It can be seen in figure 3 (a) that the drying was carried out in the open air, then, in figure 3 (b), that the unraveling was carried out.

Figure 4 shows the sieving carried out after unraveling the sieved material was to produce the nanoclay following the methodology.

Figure 4

Sieved clay - a) screening; b) sifted clay.



Source: From the authors (2023).

The clay was prepared by colloidal suspension with agitation and ultrasound of the clay concentration, as can be seen in figure 5.

Figure 5

Agitation and ultrasound in the preparation of nanoclay - a) agitation concentration; b) Concentration in Ultrasonic Processors.



Source: From the authors (2023).

According to figure 5 (a), the clay concentration was performed, then in figure 5 (b) the ultrasound was performed.

To define clays, Reis (2018) states that particle dimensions are the important parameter, in geology the term clay is given to a rock composed of at least 50% of the material with particles smaller than 2 μm , for engineering and soil science the common for the dimension is less than 4 μm , and for the science of colloids the value is less than 1 μm .

Figure 6 shows the solution resulting from the previous process, where it was kept at rest for a week.

Figure 6

Resulting solution - a) resulting solution before resting; b) resulting solution before resting.



Source: From the authors (2023).

It can be seen in figure 6 (a) that the solution after ultrasound and before resting for one week, the clay remained at the bottom with a volume of 600 mL, after one week the separation of the supernatant was observed and resulted in the nanoclay concentrated at the bottom with a volume of 500 mL as shown in figure 6 (b).

After one week, the supernatant part of the suspension was removed and it was brought under agitation, after which the suspension was centrifuged as shown in figure 7.

Figure 7

Nanoclay for centrifugation.



Source: From the authors (2023).

It is observed that the centrifugation process was for the removal of the precipitate and elimination of any remaining clay aggregate. Finally, this colloidal suspension of nanoclay free of aggregate was dried in an oven, where the powder was obtained as shown in figure 8.

Figure 8

Nanoclay powder.



Source: From the authors (2023).

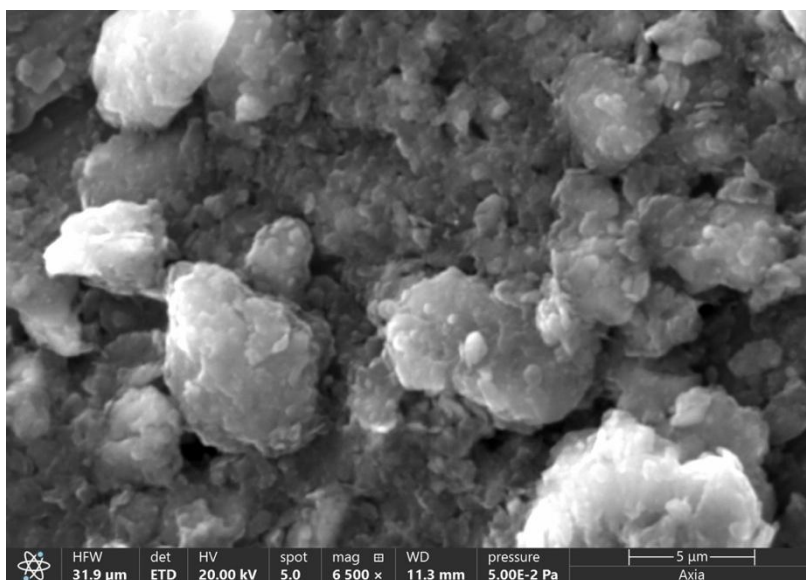
The nanoclay resulting from the production is ready for technological applications due to its efficiency and reinforcement, as it has a large surface area and the aspect ratio of the nanoclays brings greater efficiency and reinforcement.

3.4 SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (MEV AND SEM) AND ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY (EDS)

MEV analysis was performed to obtain information on the nanoclay surfaces, according to the equipment and under different conditions and using the 5 μm measurement. It is observed in figure 9, the MEV analysis of the nanoclay that has a homogeneous morphology with uniform pores, compact and aggregated, this aggregate is related to the presence of iron (Fe), that is, they are typical characteristics of stacked lamellar structures with low surface porosity.

Figure 9

MEV nanoclay.



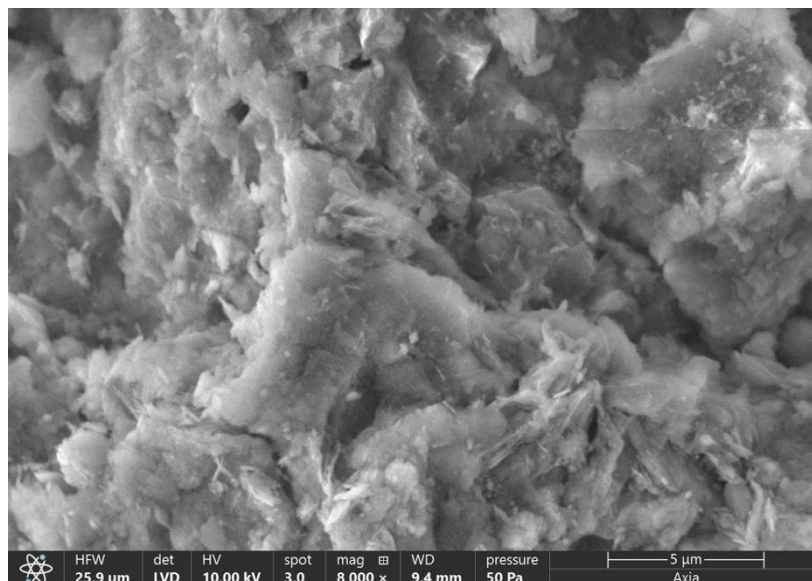
Source: From the authors (2024).

Similar morphologies were found in the study by Lima Junior (2024), who states that stacked lamellar structures are common in nanoclays that have a smooth, continuous and compact morphology, and the perception of the surface roughness that forms agglomerates is due to the presence of iron.

The SEM analysis also provides information on the surfaces of the nanoclay according to the equipment and under different conditions, using the 5 μm measurement. According to the results, it is observed in figure 10 the SEM analysis of the nanoclay, it has a compact, morphologically aggregated sample and voluminous regions.

Figure 10

SEM nanoclay.

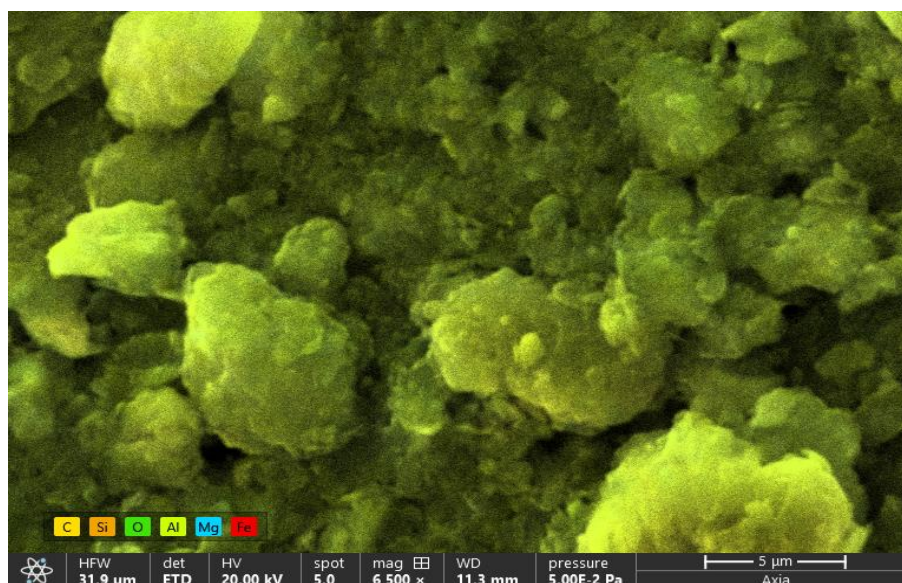


Source: From the authors (2024).

To confirm the presence of chemical components in the nanoclay sample, EDS analysis was performed and coupled to the SEM. Figure 11 shows that nanoclay has the following chemical components, Carbon (C), Silicon (Si), Oxygen (O), Aluminum (Al), Magnesium (Mg) and Iron (Fe).

Figure 11

EDS in nanoclay.



Source: From the authors (2024).

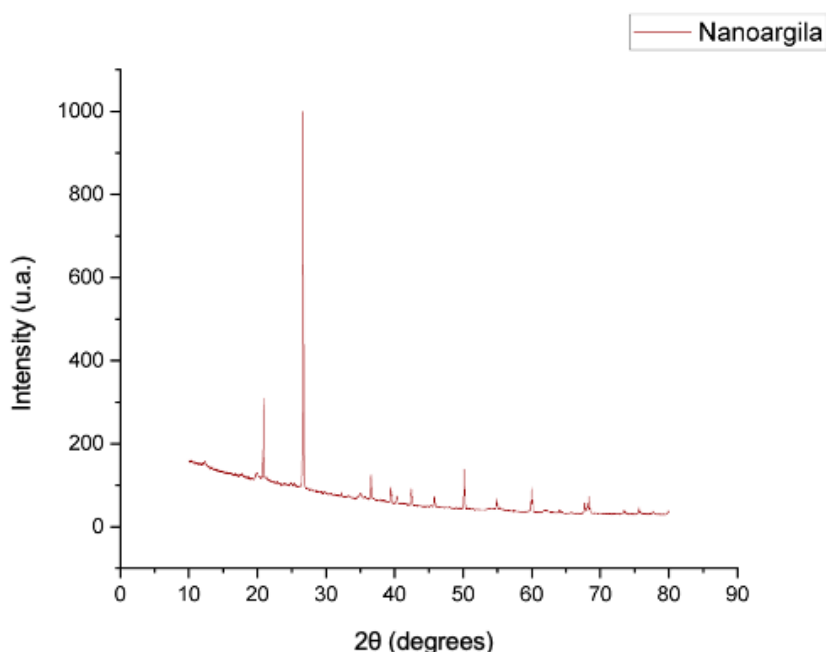
Ferreira Junior (2015) in his study, states that for pure nanoclay, the presence of oxygen with 60% mass or 72.0% atomic, silicon in 27% mass or 18.5% atomic, aluminum with 9% mass or 6.4% atomic, sodium in 2.6% mass or 2.2% atomic and manganese with 1.4% mass or 1.1% atomic, was detected. There was also an increase in the concentrations of nanoclay ions containing 20 % in its structure.

3.5 X-RAY DIFFRACTION - XRD

The crystalline phase of the nanoclay was detected in X-ray diffraction (XRD), analyzing the intensity by the degree. Figure 12 shows the two characteristic peaks at 2θ of 20.88° and 26.66° , these peaks found are characteristic of the presence of quartz, a common mineral found in nanoclays and the presence of aluminum constitutes the 26.66° peak.

Figure 12

XRD of the nanoclay.



Source: From the authors (2024).

Values of similar peaks were found by Ferreira Junior (2015), in his study the diffractogram of pure nanoclay has peaks of 2θ equal to 19.9° , 21.9° and 28.3° , related to the mineral present in the nanoclays called quartz and aluminum that is also present in the samples.

4 CONCLUSION

It can be concluded that the raw clay collected from the soil and passed through soil characterization and preparation processes, obtained the nanoclay ready for technological applications that has efficiency and reinforcement.

The nanoclay produced is a nanostructured material with several nanotechnological applications in materials engineering and civil engineering and can be efficiently applied in industrialized mortar such as adhesive mortar.

The dimensions of the aggregates were observed as a function of the size of the rock fragment and its proper granulometric classification, being 10.37 % of fine sand, 4.37 % of medium sand, 0.72 % of coarse sand and 0.02 % of gravel before the formation of the nanoclay, results from the raw clay.

With the SEM analysis of the nanoclay it was possible to see a homogeneous morphology with uniform pores, compact and aggregated, this aggregate is related to the presence of iron (Fe), that is, they are typical characteristics of lamellar structures stacked with low surface porosity.

According to the results, with the SEM analysis it is concluded that the nanoclay has a compact, morphologically aggregated sample and voluminous regions. The EDS of the nanoclay found the following chemical components, Carbon (C), Silicon (Si), Oxygen (O), Aluminum (Al), Magnesium (Mg) and Iron (Fe).

Finally, with XRD, two characteristic peaks at 2θ were found in the nanoclay, of 20.88° and 26.66° , these peaks found are characteristic of the presence of quartz, a common mineral found in nanoclays and the presence of aluminum constitutes the peak 26.66° .

It is concluded with the production of nanoclay in this study, being easy to prepare and with low cost, a nanocomposite can be prepared for various applications.

ACKNOWLEDGMENT

The authors' thanks go to the Nanobiotechnology Laboratory for providing the materials and place to carry out the research, to the Graduate Program of the Biodiversity and Biotechnology Network of the Legal Amazon and to CAPES.

REFERENCES

- CARASTAN, D. J. **Obtaining and rheological characterization of styrenic polymer nanocomposites**. Thesis (Doctorate) – Polytechnic School of the University of São Paulo, São Paulo, 2007.
- CORDEIRO, E. M. S. *et al.* Extraction and characterization of nanocellulose from banana pseudostem fibers. In: **North-Northeast Congress of Research and Innovation**, 5, 2014. Maceió . Annals... p. 1-8.
- DER – NATIONAL DEPARTMENT OF ROADS AND ROADWAYS. **Soils – particle size analysis by screening, Road standard, Test method**. DNER-ME 080/94.
- DER – NATIONAL DEPARTMENT OF ROADS AND ROADWAYS. **Soils – determination of the actual density, Road standard, Test method**. DNER-ME 093/94.
- DER – NATIONAL DEPARTMENT OF ROADS AND ROADWAYS. **Soils – determination of the liquidity limit – reference method and expedited method, Road standard, Test method**. DNER-ME 122/94.
- DER – NATIONAL DEPARTMENT OF ROADS AND ROADWAYS. **Soils – determination of the plasticity limit, Road standard, Test method**. DNER-ME 082/94.
- DER – NATIONAL DEPARTMENT OF ROADS AND ROADWAYS. **Soils – sample preparation for characterization tests, Road standard, Test method**. DNER-ME 041/94.
- FERREIRA JUNIOR, Carlos Roberto. **Synthesis and characterization of nanocomposites consisting of nanoclay and hydrogel for agricultural use**. 2015. 80 f. Dissertation (master's degree). São Paulo State University. Faculty of Engineering of Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2015.
- LIMA JUNIOR, Anilson Mateus. **Modification of nanoclay to obtain magnetic properties for possible use in remediation of water contaminated by methylene blue dye**. 2024. 63 f. Dissertation (master's degree). São Paulo State University. Faculty of Engineering of Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2024.
- MORAES, Jaqueline Oliveira de *et al.* **Properties of starch films incorporated from nanoclays and cellulose fibers**. 2009.
- MORAIS, MARCELO VICTOR DE ASSIS. **Influence of the addition of carbon nanotubes on the physical behavior of a lateritic soil in the region of Rio Branco – ac**. 71 p. 2021. Dissertation (master's degree), Federal University of Acre, Graduate Program in Science, Innovation and Technology for the Amazon – CITA.
- MORENO, Maria Margarita Torres. **Clays: Mineralogical composition, particle size distribution and pulp consistency**. 125 p.. RIO CLARO – SP, 2012. São Paulo State University "Julio de Mesquita Filho" Institute of Geosciences and Exact Sciences.

REIS, Matheus Fernandes de Carvalho. **Effect of the addition of organophilized nanoclays on the properties and strength of the urea-formaldehyde adhesive glue line.** 2018. 65 f. Dissertation (Master's Degree in Forest Science) - Federal University of Viçosa, Viçosa. 2018.

Pedido nacional de invenção; Pedido nacional de modelo de utilidade; Pedido nacional de certificado de
adição de invenção; e Entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2025 017626 2

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: VIVYANE ALENCAR MARQUES ARAÚJO DO NASCIMENTO
MEDEIROS

Tipo de Pessoa: Pessoa Física

CPF/CNPJ: 02016896264

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Engenheiro, arquiteto e afins

Endereço: Estrada da Floresta, 1893. Floresta Sul

Cidade: Rio Branco

Estado: AC

CEP: 69912-452

País: Brasil

Telefone:

Fax:

Email: vivyane.marques.mv@gmail.com

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de ARGAMASSA GEOPOLIMIX

Utilidade (54):

Resumo: DESENVOLVIMENTO DE UMA ARGAMASSA

NANOESTRUTURADA INTITULADA ARGAMASSA GEOPOLIMIX.

Na presente invenção a argamassa é preparada em base dos insumos naturais obtidos por, nanofibras de bambu pelo processo de deslignificação e a preparação da nanoargila por método de suspensão. A argamassa nanoestruturada para aplicações tecnológicas na engenharia civil de baixo custo e baixo impacto ambiental. Após a produção da argamassa Geopolimix foram realizados os testes físicos de acordo com a normatização e caracterização do material utilizando equipamentos de ponta, obteve-se assim resultados satisfatórios. Portanto, foi desenvolvido e processado um biopolímero, resultando em um bioproduto com propriedades importantes, como recursos brutos abundantes, pouca produção de CO₂, menor consumo de energia, baixo custo de produção, alta resistência inicial e ajuste rápido para diversas aplicações na construção civil.

Figura a publicar: 2

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 2

Nome: VIVYANE ALENCAR MARQUES ARAÚJO DO NASCIMENTO
MEDEIROS
CPF: 02016896264

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Engenheiro, arquiteto e afins

Endereço: Estrada da floresta, 1893. Floresta Sul.

Cidade: Rio Branco

Estado: AC

CEP: 69912-452

País: BRASIL

Telefone: (68) 999 611406

Fax:

Email: vivyane.marques.mv@gmail.com

Inventor 2 de 2

Nome: ANSELMO FORTUNATO RUIZ RODRIGUEZ
CPF: 05197126760

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Avenida norte, 270. Conjunto Tucumã.

Cidade: Rio Branco

Estado: AC

CEP: 69919-784

País: BRASIL

Telefone: (68) 999 519955

Fax:

Email: anselmo.rodriguez@ufac.br

Tipo Anexo	Nome
Comprovante de pagamento de GRU 200	Comprovante de pagamento GRU 200.pdf
Desenho	Desenhos PATENTE PI _ ARGAMASSA GEOPOLIMIX.pdf
Reivindicação	Quadro reivindicatorio PATENTE PI _ ARGAMASSA GEOPOLIMIX.pdf
Relatório Descritivo	Relatorio descritivo PATENTE PI _ ARGAMASSA GEOPOLIMIX.pdf
Resumo	Resumo PATENTE PI _ ARGAMASSA GEOPOLIMIX.pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

- ☒ Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

Declaração de veracidade

- ☒ Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

**Pagamento realizado com sucesso.**

Dúvidas relativas a pagamento, comprovante, produto ou serviço devem ser dirigidas ao órgão público favorecido.

Dados do Pagamento**Descrição**

164 - 200- PED. NACIONAL INVENÇÃO, MU, CA E NACIONAL PCT

Identificação do pagamento

5dim830nn5KL6SjjdvQljw

Nome do contribuinte

VIVYANE ALENCAR MARQUES ARAÚJO DO NASCIMENTO MEDEIROS

Forma de pagamento

Pix

CPF do contribuinte

020.168.962-64

Número/ID da transação no prestador

E0000000020250819213748896441370

Número de referência

29409162343050046

Data do pagamento no prestador

19/08/2025

Valor total do serviço

R\$ 130,00

Data e hora da confirmação do pagamento

19/08/2025 18:38:10



MINISTÉRIO DA
FAZENDA



DESENHOS

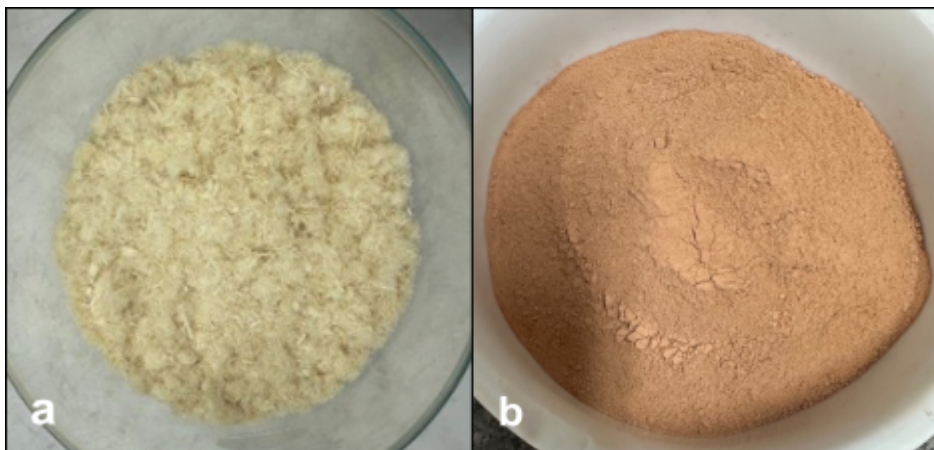


Figura 1 – Matéria-prima nanofibras de bambu e nanoargila.



Figura 2 – Argamassa Geopolimix.



Figura 3 - Aplicação Argamassa Geopolimix no assentamento da lajota.



Figura 4 - Argamassa Geopolimix aplicada e seca no assentamento de lajota.

REIVINDICAÇÕES

1. COMPOSIÇÃO ARGAMASSA GEOPOLIMIX PARA APLICAÇÃO COMO ARGAMASSA COLANTE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, **caracterizada por** conter os ingredientes nanofibras de bambu e nanoargila.
2. COMPOSIÇÃO ARGAMASSA GEOPOLIMIX, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que o ingrediente nanofibras de bambu está presente em uma concentração que constitui 40 a 50% do tecido e 60 a 70% do peso total do colmo do bambu e o ingrediente nanoargila está presente com estrutura química da argila bruta do grupo de $(\text{Ca,Na,H})(\text{Al,Mg,Fe,Zn})_2 (\text{Si,Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$.

ARGAMASSA GEOPOLIMIX

Relatório Descritivo da Patente de Invenção

Campo da invenção

[001] A presente invenção está inserida na área da nanotecnologia e consiste no invento de um bioproduto denominado de ARGAMASSA GEOPOLIMIX, desenvolvido à base de nanofibra de bambu passada pelo processo de deslignificação que constitui 40 a 50% do tecido e 60 a 70% do peso total do colmo e a nanoargila produzida por suspensão com estrutura química deste grupo de $(Ca,Na,H)(Al,Mg,Fe,Zn)_2 (Si,Al)_4 O_{10} (OH)_2 \times H_2O$, onde x representa um nível variável de água anexado.

[002] A ARGAMASSA GEOPOLIMIX tem aplicação na área da engenharia civil e consiste em um bioproduto eficaz para aplicações ecológicas na construção civil com o aprimoramento dos métodos construtivos, resultando em uma redução de custo final de produtos no mercado.

[003] Por suas propriedades importantes, como recursos brutos abundantes, pouca emissão de CO₂ na sua produção, menor consumo de energia, baixo custo de produção, alta resistência inicial e ajuste rápido para diversas aplicações, a ARGAMASSA GEOPOLIMIX poderá despertar o interesse no setor industrial e construtivo, para empresários e construtoras, todos voltados para a área da engenharia civil.

Fundamentos da invenção

[004] O homem empregava desde as épocas remotas materiais que possui a finalidade de unir elementos de várias naturezas na construção de edificações, exemplo no Egito, houve o emprego de um aglomerante natural caracterizado como geopolímero obtido de resíduos das minas de cobre existentes no monte Sinai, pode ser misturado com outro aglomerante feito por um gesso impuro calcinado, na teoria diz-se ser imersos blocos de pedra, com os quais foram construídas as pirâmides, ou seja, na realidade blocos de argamassa fundidos no próprio local (RECENA, 2011).

[005] O aglomerante polimérico ou sintético é obtido por síntese química, acontece quando ocorre o endurecimento a partir de uma reação de polimerização, são produzidas argamassas que são consideradas como uma cola, são de elevado custo ao comparar com argamassas tradicionais, normalmente são vendidas já formuladas e prontas para o seu uso e também são produzidas em obra (RECENA, 2011).

[006] Este tipo de argamassa na construção civil pode ser dividido entre as que são produzidas com polímeros que apresentam afinidade com a água ou as que o polímero base exija isenção de umidade, os polímeros de resina acrílicas, PVA, vinílicas e SBR são emulsionados em água e os polímeros epóxi e poliéster não são emulsionados em água (RECENA, 2011).

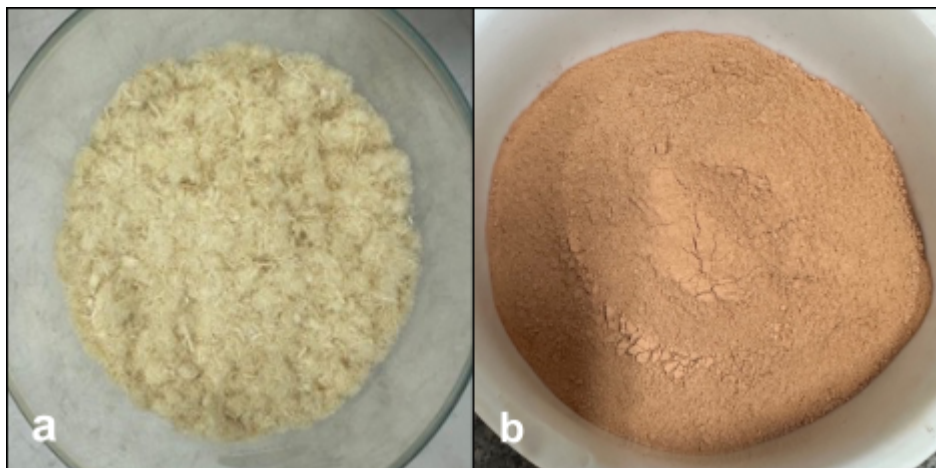
[007] Estudos indicam que o solo brasileiro antigamente era utilizado mesmo em argamassas de cal que contém o cimento Portland, o solo era adicionado de forma arenosa ou caulim (SANTIAGO, 2007).

[008] Nesse contexto, qual a argamassa pode ser produzida com baixo custo e biodegradável? A argamassa Geopolimix produzida a partir de insumos naturais, utilizando o bambu *Guadua Weber-Baueri Pilger* e argila presentes na região Amazônica, desenvolveu-se com a biotecnologia, um material nanoestruturado com nanoargila e nanofibra de bambu. Destacada para o mercado com uma boa facilidade de nivelamento e boa fixação da placa cerâmica com propriedades colante na sua aderência, possui uma boa trabalhabilidade na mistura da massa, apresentando aderência e a existência de água influenciou na sua retratibilidade e na estrutura porosa, contribuindo para sua aplicação com suas boas características constatadas. É mais eficiente, bem funcional e de rápido preparo e aplicação, atuando como cola de camadas pequenas, sendo possível utilizar um substrato regularizado para a aplicação da argamassa com o revestimento cerâmico.

[009] A partir de informações reportadas na literatura, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo o uso de nanofibra de bambu e nanoargila para um bioproduto, como um material de aplicação na área da engenharia civil.

Breve descrição dos desenhos

[0010] Matéria prima nanofibra de bambu e nanoargila para a produção da argamassa geopolimix:



[0011] Argamassa geopolimix produzida com 20 g de nanoargila. 5 gramas de nanofibras de bambu e 30 mL de H₂O:



[0012] Dosagens da argamassa geopolimix para realizar manualmente (com o amassamento e misturando) colocando a nanoargila com as nanofibras de bambu e aos poucos adicionando H₂O:

ARGAMASSA GEOPOLIMIX	NANOARGILA (g)	NANOFIBRAS DE BAMBU (g)	H ₂ O (mL)
Amostra 1	20	5	20
Amostra 2	20	5	30
Amostra 3	20	5	40

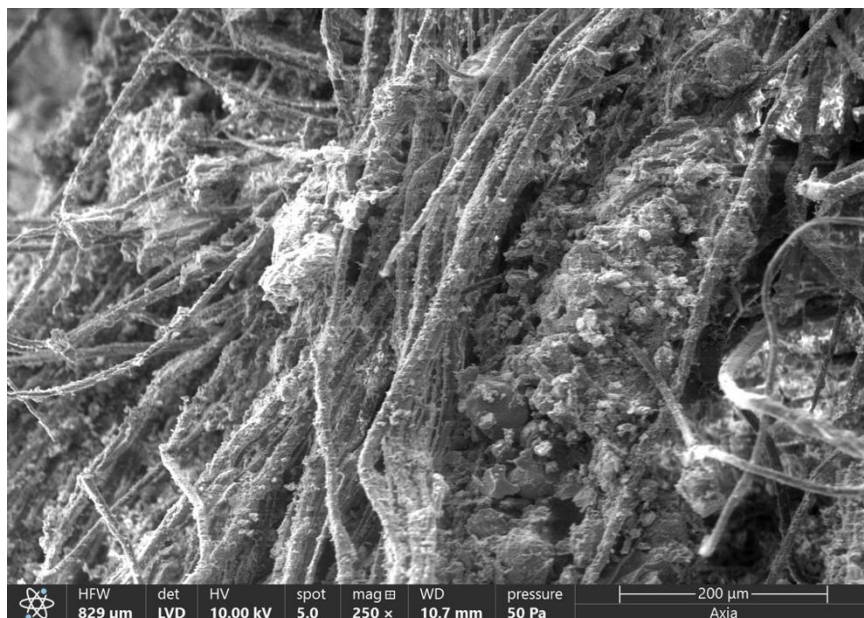
[0013] Aplicação da argamassa geopolimix no revestimento, sendo utilizada como argamassa colante:



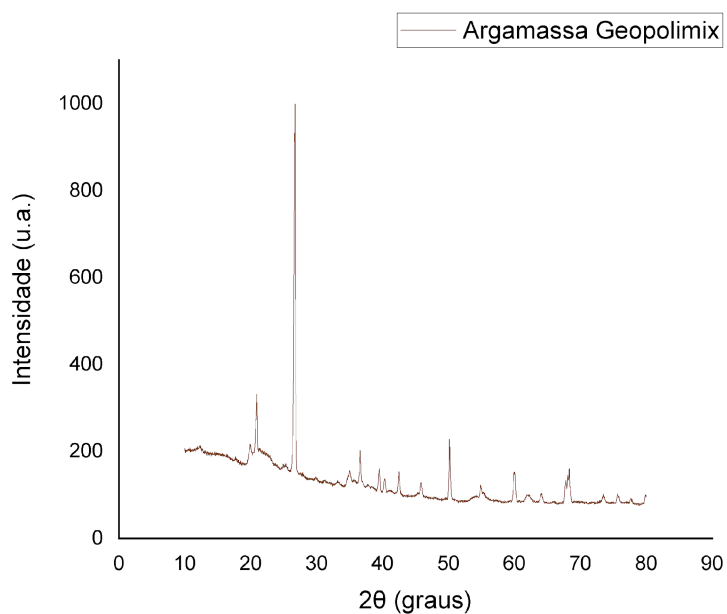
[0014] Argamassa geopolimix aplicada no revestimento após a secagem, obedecendo os 14 dias para observar a resistência de aderência:



[0015] Argamassa geopolimix pela análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), possui uma estrutura heterogênea com partículas que se misturou a matriz, onde a nanofibra de bambu está bem dispersa na nanoargila:



[0016] A fase cristalina da argamassa geopolimix foi detectada na difração de raios X (DRX):



Descrição da invenção

[0017] Foi produzido um material nanoestruturado intitulado argamassa geopolimix utilizando matéria prima de fácil obtenção e de baixo custo, com a aplicação de argamassas na construção civil rápido e prático. A argamassa geopolimix é pioneira e vem reduzir as emissões de CO₂ na atmosfera com seus produtos advindos de recursos naturais, como o bambu e a argila.

[0018] A argamassa geopolimix foi produzida com a mistura realizada de uma massa com base de polpa celulósica advindo da produção da nanofibra de bambu com a nanoargila. Assim, foi produzido a argamassa geopolimix de acordo com as misturas de 20 g de nanoargila, com 5 g de nanofibras de bambu e 30 ml de H₂O.

[0019] A mistura dos materiais foi realizada manualmente, seguindo as prescrições da NBR 13753/1996 com adaptações, pois se trata de amostras com pouca quantidade de gramas, assim, manualmente obteve-se melhor manuseio da massa na hora do amassamento. A norma NBR 13753/1996, orienta que quando a argamassa for empregada para pequenos volumes, o amassamento manual deve ser seguido.

[0020] Após realizar as dosagens da argamassa geopolimix, ela foi utilizada como argamassa para assentamento de piso interno ou externo seguindo a NBR 13753/1996 com adaptações para uma argamassa colante.

[0021] As misturas foram realizadas manualmente (com o amassamento e misturando) colocando a nanoargila com as nanofibras de bambu e aos poucos adicionando H₂O. Para a NBR 13753/1996, no preparo manual, deve-se colocar a argamassa colante em pó e adicionar água aos poucos, misturando e amassando até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente.

[0022] Realizou-se a preparação da argamassa geopolimix seguindo para assentamento do revestimento cerâmico. Na preparação, atentou-se ao espalhamento da argamassa com a desempenadeira para formar uma camada uniforme e verificando a aderência logo após o assentamento e ao colocar o revestimento realizar com a massa fresca, verificou-se pelo toque do dedo se não há película seca. Conforme a norma NBR 13753/1996, para aplicar a argamassa colante deve ser utilizado a desempenadeira de aço dentada,

a faixa de espalhamento deve ser seguida de acordo com a argamassa e para cada caso, a camada pode ser de cerca de 3 mm a 4 mm e a colocação dos revestimentos deve ser feita com pasta fresca.

[0023] Após a aplicação do revestimento com a argamassa geopolimix, seguindo as prescrições da NBR 13753, aguardou-se um período de três dias para a secagem completa e observação do comportamento de fim de pega da massa, assim, testando sua aderência final. Os corpos de prova foram colocados na horizontal para que fosse observado a resistência de aderência da argamassa geopolimix e esperou-se 14 dias de idade. A norma NBR 13753/1996 diz que a resistência admissível de aderência da argamassa colante se dá aproximadamente aos 14 dias de idade e deve ser aguardado até três dias de secagem para não ser permitido neste período o trânsito de pessoas sobre o piso.

Exemplos de concretização da invenção

[0024] A argamassa geopolimix foi produzida com a mistura realizada com base da polpa celulósica advindo da produção da nanofibra de bambu que constitui 40 a 50% do tecido e 60 a 70% do peso total do colmo e a produção da nanoargila com fórmula da estrutura química deste grupo, é $(Ca,Na,H)(Al,Mg,Fe,Zn)_2 (Si,Al)_4 O_{10} (OH)_2 \times H_2O$, onde x representa um nível variável de água anexado às nanoargilas. Assim, foi produzido a argamassa geopolimix com um polímero produzido de nanofibras de bambu com nanoargila.

[0025] Primeiro a dosagem da massa, considerando os teores de adição da massa produzida utilizando os teores de adição da massa produzida nanofibras de bambu e nanoargila com a porcentagem de 25 % para a variação apenas de H₂O. A dosagem e mistura para a argamassa geopolimix seguiu-se a NBR 7215/2019 adaptada. A dosagem dos insumos utilizados a cada mistura se deu pelas quantidades apresentadas na Tabela. E a mistura dos materiais foi realizada manualmente de acordo com as prescrições da NBR 13753/1996.

Tabela Quantidade de materiais para confecção da argamassa.

Material	Massa para mistura (g)
Nanoargila	300
Nanofibras de bambu	100
Água	500

[0026] Ao realizar a mistura dos componentes da argamassa geopolimix com a dosagem: 20 g de nanoargila, 5 g de nanofibra de bambu e 30 mL de H₂O, antes da secagem, logo após, é feita a aplicação do revestimento. Na aplicação, obteve-se uma boa facilidade no nivelamento e boa fixação da placa cerâmica com a argamassa geopolimix sendo colante na sua aderência.

[0027] Após a secagem, obedecendo os 14 dias para observar a resistência de aderência da argamassa geopolimix, observou-se que a argamassa geopolimix do revestimento 7 após a secagem, obteve uma boa resistência de aderência, onde permaneceu grudada no local aplicado, de acordo com os demais revestimento, esta é considerada a melhor argamassa testada.

[0028] Com a utilização das argamassas geopoliméricas, observou-se ser mais eficiente, mais funcional e de rápido preparo e aplicação, atuando como cola de camadas pequenas. Assim, é possível utilizar um substrato regularizado para a aplicação da argamassa com o revestimento cerâmico.

[0029] Hoje em dia, as argamassas para a fixação de revestimentos cerâmicos foram substituídas por argamassas colantes, funcionando em camadas de pequena espessura atuando efetivamente como colas. O substrato deve ser previamente regularizado como uma argamassa de boa resistência mecânica, constituindo o emboço sobre o qual deverá ser aplicada a argamassa colante e o elemento cerâmico como revestimento final. Esta técnica demonstrou ser muito mais eficiente, mais versátil e rápida, a ponto de ser substituída por completo as argamassas clássicas de fixação.

[0030] Foi possível desenvolver uma argamassa geopolimix utilizando o bambu *Guadua Weber-Baueri Pilger* e argila presentes na região Amazônica, com a biotecnologia, pode-se obter um material nanoestruturado com nanoargila e nanofibras de bambu, assim, o

argamassa geopolimix que mais se destacou com uma boa facilidade de nivelamento e boa fixação da placa cerâmica com propriedades colante na sua aderência com 20 g de nanoargila, 5 g de nanofibra de bambu e 30 mL de H₂O aplicada no revestimento.

[0031] Conclui-se que a utilização da argamassa geopolimix produzida, são mais eficientes, bem funcional e de rápido preparo e aplicação, atuando como cola de camadas pequenas, sendo possível utilizar um substrato regularizado para a aplicação da argamassa com o revestimento cerâmico.

[0032] Diferencial da argamassa geopolimix é a utilização de matéria-prima abundante o bambu e a argila, com a biotecnologia utiliza-se o bambu como nanofibras de bambu e a argila como nanoargila, potencializando sua propriedades. Assim, a argamassa geopolimix é uma argamassa desenvolvida com materiais na escala manométrica, ou seja, uma argamassa tecnológica.

RESUMO**ARGAMASSA GEOPOLIMIX**

DESENVOLVIMENTO DE UMA ARGAMASSA NANOESTRUTURADA INTITULADA ARGAMASSA GEOPOLIMIX. Na presente invenção a argamassa é preparada em base dos insumos naturais obtidos por, nanofibras de bambu pelo processo de deslignificação e a preparação da nanoargila por método de suspensão. A argamassa nanoestruturada para aplicações tecnológicas na engenharia civil de baixo custo e baixo impacto ambiental. Após a produção da argamassa Geopolimix foram realizados os testes físicos de acordo com a normatização e caracterização do material utilizando equipamentos de ponta, obteve-se assim resultados satisfatórios. Portanto, foi desenvolvido e processado um biopolímero, resultando em um bioproduto com propriedades importantes, como recursos brutos abundantes, pouca produção de CO₂, menor consumo de energia, baixo custo de produção, alta resistência inicial e ajuste rápido para diversas aplicações na construção civil.