



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PRINCESA ISABEL – PB
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS

JOSÉ DJAVAN DA SILVA

**USO DO EFLUENTE GERADO NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE
MANDIOCA COMO AGENTE QUELANTE NA SÍNTESE DE NANOPÓS DE
ÓXIDO DE ZINCO**

PRINCESA ISABEL-PB

2021

JOSÉ DJAVAN DA SILVA

**USO DO EFLUENTE GERADO NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA
COMO AGENTE QUELANTE NA SÍNTESE DE NANOPÓS DE ÓXIDO DE ZINCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Princesa Isabel, como requisito necessário para a obtenção do Grau de Especialista em Gestão Ambiental de Municípios.

Aprovado em, 24 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Vinícius Batista Campos

Orientador(a)



Prof. Dr. Willians Lopes de Almeida

1º Examinador



Prof. MSc Artur Moises Gonçalves Lourenço

2º Examinador

PRINCESA ISABEL-PB

2021

JOSÉ DJAVAN DA SILVA

**USO DO EFLUENTE GERADO NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA
COMO AGENTE QUELANTE NA SÍNTESE DE NANOPÓS DE ÓXIDO DE
ZINCO**

Artigo científico apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Princesa Isabel como requisito para obtenção do grau de Especialista em Gestão Ambiental de Municípios

ORIENTADOR:

Prof. Dr. VINICIUS BATISTA CAMPOS

CO-ORIENTADOR:

Prof. Dr. WILLIANS LOPES DE ALMEIDA

PRINCESA ISABEL – PB

2021

Silva, José Djavan.
S586u Uso do efluente gerado na produção de farinha de mandioca como agente quelante na síntese de nanopós de óxido de zinco / José Djavan da Silva. – 2021.
 14 f : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Ambiental de Municípios) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2021.

Orientador(a): Prof. Dr. Vinícius Batista Campos.
Co-orientador: Prof. Dr. Willians Lopes de Almeida

1. Gestão ambiental. 2. Passivo ambiental. 3. Resíduo - Mandioca. 4. Nanopós. I. Campos, Vinícius Batista. II. Almeida, Willians Lopes de. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. IV. Título.

IFPB/PI CDU 502.4

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO.	9
3. METODOLOGIA.....	10
4. RESULTADOS OBTIDOS	14
5. CONCLUSÕES.....	19
6. REFERÊNCIAS	20

USO DO EFLUENTE GERADO NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA COMO AGENTE QUELANTE NA SÍNTESE DE NANOPÓS DE ÓXIDO DE ZINCO

Resumo

No sistema de produção é inevitável a obtenção de subprodutos, esses resíduos na maioria das vezes não têm destinação correta ou reaproveitamento, gerando um grande passivo ambiental. Por meio de processos de reaproveitamentos e uso de tecnologias de baixo custo podem se tornar produtos inovadores e até mesmo serem usados na própria comunidade. No presente trabalho será apresentado um passivo ambiental proveniente da produção de farinha de mandioca da comunidade da Lagoa de São João em Princesa Isabel – PB. O objetivo do trabalho consiste em utilizar o passivo ambiental proveniente da produção de farinha para sintetizar nanoestruturas de ZnO com emprego de uma rota sol-gel e apontar possíveis aplicações dos nanopós de o óxido de zinco sintetizado. Foi utilizado como precursor do óxido de zinco, o Nitrato de zinco (NZ) hexahidratado, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, da fabricante Vetec (98%). Como quelante de baixo custo, foi empregado o amido de mandioca proveniente da manipueira de cinco casas de farinha da Lagoa de São João, utilizando como critério de escolha, aquelas com maior capacidade produtiva. Nanopartículas de ZnO foram sintetizadas com sucesso por um método sol-gel assistido por manipueiras de distintas casas de farinha da Lagoa de São João, Paraíba.

Palavras-chave: Nanopós. Mandioca. Resíduos. Rota Sol-Gel. Passivo ambiental

CAN THE CASSAVA WASTEWATER ACT AS A CHELING AGENT IN THE SYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES?

Abstract

In the production system, it is inevitable to obtain by-products. Most of the time, these residues do not have the correct destination or reuse, generating a great environmental liability. Through reuse processes and the use of low-cost technologies, they can become innovative products and even be used in the community itself. In the present work, an environmental liability will be presented from the production of manioc flour from the community of Lagoa de São João in Princesa Isabel County, Paraíba State, Brazil. This residue has a very harmful effect on the people of that community. The objective of the work is to use the environmental liability from the production of flour to synthesize ZnO nanostructures using a sol-gel route and thereby propose an alternative for the cassava wastewater and point out a possible application as nano fertilizers for the synthesized zinc oxide. As a precursor to zinc oxide, zinc nitrate (NZ) hexahydrate, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, from the manufacturer Vetec (98%). As a low-cost chelator, cassava starch from the manipueira of five flour houses in Lagoa de São João community was used, using those with the highest production capacity as the selection criteria. ZnO nanoparticles were successfully synthesized by a sol-gel method assisted by cassava wastewater from different flour houses in Lagoa de São João community, Paraíba State, Brazil.

Keywords: Nanopowders. Manioc. Waste. Sol-Gel route. Environmental liability

1 Introdução

Diversos métodos podem ser empregados na obtenção de óxidos metálicos, tais como hidrotermal, micro-ondas, micro emulsão, combustão, Pechini, precipitação e

sol-gel (YUENYONGSUWAN, et al., 2018; UMALE et al., 2018). A razão de tantas técnicas existirem está relacionada ao fato de que as propriedades físico-químicas dos materiais dependem fortemente das condições de processamento destes as quais, por

exemplo, refletem no tamanho e forma de partículas, bem como na estrutura cristalina (YUENYONGSUWAN, et al., 2018).

O método sol-gel é constituído basicamente de hidrólise e condensação. O termo sol é designado a etapa de hidrólise em que se tem uma suspensão coloidal de partículas de ordem nanométricas dispersas em meio aquoso. Em sistemas onde se utilizam cadeias poliméricas, estas imobilizam a fase líquida nos interstícios dos colóides formando, então, a etapa do gel (MAYRINCK, et al., 2014). Na literatura é sabido a existência de uso da rota sol-gel modificada por amido de mandioca (tapioca) para composições entre ZnO (ALMEIDA et al., 2020), sintetizadas, porém, não foi observado, até o presente momento, nenhum trabalho científico utilizando a manipueira.

A manipueira é um dos resíduos gerados no processamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para obtenção da farinha ou fécula. Também conhecida como tucupi, na região norte do Brasil, tal resíduo é um líquido leitoso amarelo claro, que contém açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias. A linamarina é um glicosídeo cianogênico tóxico, do qual provém o ácido cianídrico (HCN), que é bastante volátil e pode trazer riscos ambientais caso a manipueira seja descartada “in natura” no meio ambiente (CEREDA, 2001).

De acordo com Wosiacki & Cereda (2002), a disposição indiscriminada desse efluente, conhecido pelo poder poluidor e elevada toxicidade no meio ambiente, traz graves danos ambientais: seu descarte em corpos aquáticos reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido no meio, causando a morte dos organismos aeróbios e seu lançamento no solo prejudica o equilíbrio entre nutrientes, aumenta a salinidade e diminui o pH.

Alguns pesquisadores consideram que a manipueira pode ser reaproveitada de diversas formas: como pesticida (MAGALHÃES et al., 2000), nematicida (NASU et al. 2010), adsorção de metais pesados (HORSFALL JÚNIOR & ABIA, 2003) e como fertilizante (RAMOS et al., 2020).

Como já é relatado que a manipueira tem capacidade de adsorver metais pesados, isso pode ser indício de que ela vai funcionar como quelante, uma vez que o processo de adsorção tem semelhança com o de quelação.

Porém, não foi observado na literatura o uso desse passivo obtido na produção de farinha de mandioca, sendo usado para fins nanotecnológicos.

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo principal, utilizar a manipueira, proveniente da produção de farinha para sintetizar nanoestruturas de ZnO com emprego de uma rota sol-gel.

2 Referencial teórico

2.1 Manipueira

No processamento das raízes de mandioca para produção de farinha e fécula são geradas grandes quantidades de subprodutos sólidos e líquidos. Os resíduos sólidos são compostos pelas partes lenhosas das raízes, partes fibrosas retidas nas peneiras e de bagaço da mandioca, já os resíduos líquidos são constituídos da água de lavagem das raízes e na prensagem da mandioca (MAGALHÃES et al., 2013).

A água residuária resultante do processo de prensagem da massa de mandioca, denominada “manipueira”, tem aspecto leitoso, de cor amarelo-claro (MAGALHÃES et al., 2013). Manipueira é altamente poluente, com elevado teor de matéria orgânica, podendo chegar a 100 g DQO L⁻¹ e potencialmente tóxica devido à presença de glicosídeos cianogênicos, como linamarina, que pode gerar 140 mg L⁻¹ de cianeto de hidrogênio, composto extremamente volátil e altamente tóxico ao meio ambiente e ao ser humano. Esse composto foi utilizado na Primeira Guerra Mundial como arma química (ROSA, 2014).

No processamento industrial da mandioca, direcionado para a produção de farinha e fécula consome-se em média 2,6 m³ de água e gera-se cerca de 7 m³ de manipueira por kg de raiz processada (CAPPELLETTI et al., 2011) e contém níveis relativamente altos de amido que são perdidos durante o processamento das raízes de mandioca (OUEPHANIT et al. 2011). A disposição do resíduo gerado durante o processamento da mandioca sem tratamento adequado é ainda uma prática comum, ocasionando a poluição da água, por exemplo, pela proliferação de microrganismos aeróbios e facultativos, que consomem todo o oxigênio presente na água e a contaminação do solo. Porém, essa prática

não é aceita pelos órgãos ambientais, obrigando indústrias do processo de mandioca a adotarem medidas para minimização deste problema.

O lançamento de manipueira em corpos hídricos deve atender aos padrões de emissão preconizados em Legislação Federal e Estadual (PINTO, 2008). Outra alternativa ao lançamento da manipueira em corpos hídricos é o emprego como biofertilizante, uma vez que, se trata de um efluente rico em nutrientes, como nitrogênio, fósforo e

principalmente potássio (SARAIVA et al., 2007).

A composição química da manipueira é variável e depende de fatores como: cultivar utilizada, manejo e condições edafoclimáticas do cultivo, tipo de processamento industrial da mandioca e existência de sistemas de tratamento do resíduo após o beneficiamento da mandioca. Dados da literatura enfatizam as repostas contrastantes que foram obtidas por diversos autores no que se refere à composição química desse resíduo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química da manipueira encontrados na literatura

	Lopes et al. (2020)	Araújo et al. (2019)	Bezerra et al. (2017)	Barreto (2012)	Duarte (2012)
Ph	-	3,75	-	5,83	4,08
CE (dS m ⁻¹)	-	11,75	-	7,81	-
Potássio (mg L ⁻¹)	208,57	4.004,00	2940	5.900,00	1970,0
Fósforo (mg L ⁻¹)	5,10	338,00	350	667,5	740
Cálcio (mg L ⁻¹)	19,83	-	200	376	240
Magnésio (mg L ⁻¹)	167,00	-	380	1532,3	360
Sódio (mg L ⁻¹)	-	96,00	440	126	460
Nitrogênio (mg L ⁻¹)	550	336	1540	1592,3	980
Zinco (mg L ⁻¹)	31,67	-	5,0	-	2,6
Manganês (mg L ⁻¹)	62,13	-	4,5	-	2,8
Cobre (mg L ⁻¹)	0,08	-	0,5	-	20,0
Ferro (mg L ⁻¹)	108,14	-	22,0	-	10,0

2.2 Rota Sol-Gel

Sol-gel é uma denominação aplicada a qualquer processo que envolve uma solução ou um sol que passa por uma transição chamada sol-gel. Nessa transição, a solução ou sol transforma-se em gel pelo estabelecimento de ligações químicas entre as partículas ou entre as espécies moleculares, levando à formação de uma rede sólida tridimensional (BRAGA et al., 2014). Assim, o método sol-gel inclui uma variedade de técnicas que permitem a obtenção de composições de elevada pureza química com homogeneidade em nível molecular.

O processo sol-gel é bastante empregado pela literatura, pois a simplicidade e obtenção de materiais nanométricos em temperaturas mais baixas, quando comparado a outros métodos, constituem fatores decisivos na sua escolha enquanto método de síntese de nanomateriais (ZAK et al., 2013).

Para Danks et al. (2013), a utilização deste último tipo de precursor consiste numa

das mais tradicionais rotas do processo sol-gel, no entanto, ela apresenta algumas limitações. Entre essas dificuldades destaca-se o fato de que muitos alcóxidos não podem ou são difíceis de serem formados e, portanto, a produção de alguns óxidos metálicos fica comprometida. Diante disto, a rota com emprego de sais inorgânicos passou a ter destaque na literatura, inclusive com diversas modificações. Neste seguimento do processo, costuma-se utilizar agentes quelantes para satisfazer a etapa de condensação e formação do gel. Após secagem deste gel, sob condições normais de temperatura e pressão, tem-se a formação do xerogel, o qual é submetido a um tratamento térmico para eliminação de água remanescente e demais compostos orgânicos, o que resultará no óxido metálico de interesse (ZNAIDI, 2010).

Em relação aos estudos de síntese de óxidos nanométricos pelo processo sol-gel com emprego de manipueira, estes ainda não foram observados literatura, no entanto algumas pesquisas já demonstraram efeitos

significativos com uso de amido de mandioca, a exemplo de Ferreira et al. (2016) e Almeida et al. (2020).

3 Método da pesquisa

A comunidade Lagoa de São João (Figura 1), situa-se a aproximadamente sete quilômetros da zona urbana do município de Princesa Isabel. Segundo a Associação dos Pequenos Produtores Rurais da Lagoa de São João, atualmente existem uma média de 160 famílias na comunidade. A principal fonte de renda da comunidade é a agricultura, sobretudo da mandioca (*Manihot esculenta* L.) que dá nome a Festa da Mandioca regionalmente conhecida, que movimenta a

economia da comunidade. Além dessa espécie, tem-se, como maiores expressões econômicas da localidade, as culturas do feijão de corda (*Vigna unguiculata* L.) e milho (*Zea mays* L.). A comunidade ao mesmo tempo em que obtém da mandioca a farinha sofre com a problemática ambiental gerada pelo seu resíduo, conhecido como manipueira, um dos resíduos gerados no processamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para obtenção da farinha ou fécula. Tal resíduo é um líquido leitoso amarelo claro, que contém açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias, que não tem destinação correta devido a falta de informação e orientação aos agricultores que cultivam esse tubérculo.

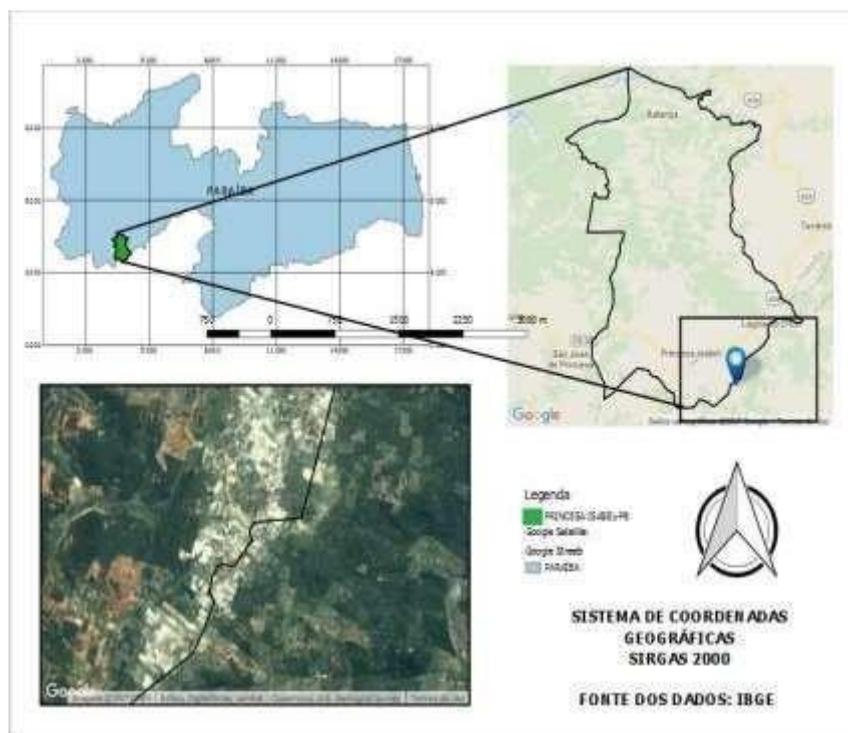


Figura 1. Localização do Povoado de Lagoa de São João, município de Princesa Isabel PB.
Autor: Carvalho (2017)

Para realização deste trabalho foi utilizado como precursor do ZnO o Nitrato de zinco (NZ) hexahidratado, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, da fabricante Vetec (98%). Como quelante de baixo custo, foi empregado o amido de mandioca proveniente da manipueira de cinco casas de farinha da Lagoa de São João, utilizando como critério de escolha, aquelas com maior capacidade produtiva. Para

obtenção do ZnO (puro), foi utilizado 150 mL de manipueira e 4,8g de $Zn(NO_3)_2$ em 54 mL de água destilada/deionizada a fim de se ter uma solução na concentração de 0,3M.

O processo de síntese de nanopartículas foi obtido a partir das metodologias descritas por Ferreira et al. (2016) e Almeida et al. (2020), resultando no fluxograma apresentado na Figura 2.

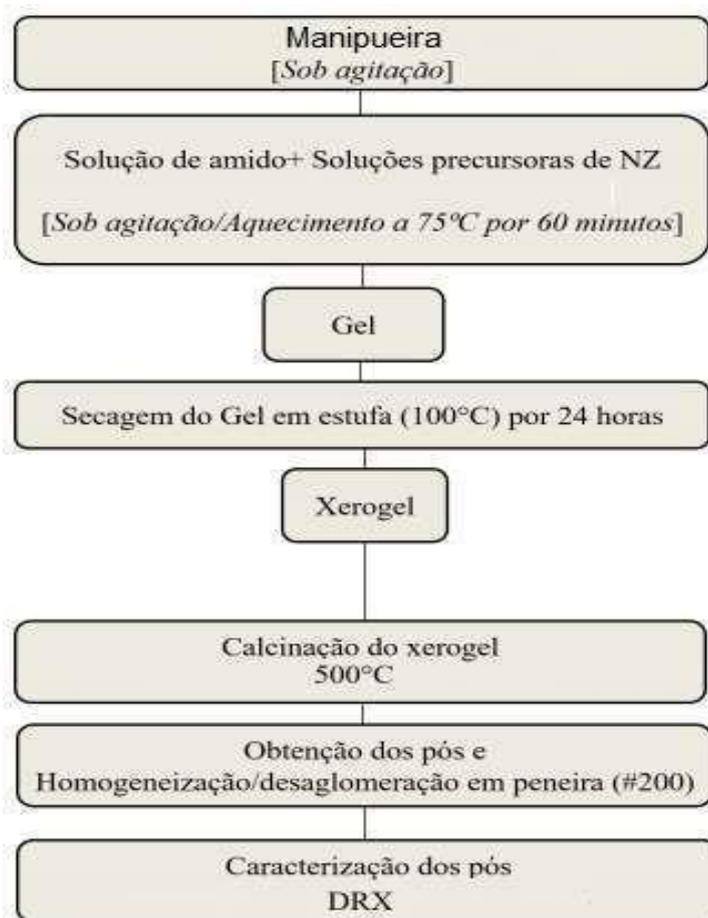


Figura 2. Fluxograma das etapas experimentais e de caracterização aplicadas.

Autor: Almeida 2020

O processo foi iniciado com 150mL de manipueira mantidos sob agitação e em temperatura ambiente até obter uma solução homogênea (etapa 1). Sobre a solução de amido, despejou-se lentamente, conforme o experimento conduzido (se óxido puro ou combinado), a(s) solução (ões) precursoras dos óxidos metálicos as quais foram preparadas previamente (etapa 2). Esta mistura final foi mantida sob agitação durante 60 minutos à 75°C para formação do gel (etapa 3) e, após isto, foi levada a secagem em estufa a temperatura de 100°C durante 24h (etapa 4) para formação do xerogel (etapa 5). Após a calcinação, os pós foram submetidos ao processo de desaglomeração em peneiras e posterior caracterização.

A Difração de Raios X (DRX) será realizada em um difratômetro da marca Philips, modelo XPERT MPD, com tubo de ânodo fixo de Cu ($\lambda = 1,540598 \text{ \AA}$), operando

a 40 kV e 40 mA, no intervalo angular de 5° a 75° (2θ), em passo de 0,05°/1s, utilizando-se fendas de 0,5° e janela de 20 mm. Para análise qualitativa das fases, o software X'pert Highscore da PANalytical será utilizado. Este software permite a obtenção dos parâmetros estruturais de célula unitária e cálculo do tamanho de cristalito com base na equação de Scherrer (Figura 3). A equação de Scherrer é uma ferramenta amplamente usada na caracterização de amostras policristalinas, relacionando a largura dos picos de difração com o tamanho dos cristalitos. Essa equação é baseada na teoria cinemática da difração de raios-X, que fornece resultados satisfatórios apenas para cristais pequenos ou com uma densidade alta de defeitos (MIRANDA, 2017).

$$\bar{d} = \frac{k\lambda}{\beta \cos(\theta)}$$

Figura 3. Equação de Scherrer.

4 Resultado da pesquisa

Análise de difração de raios-X (Figura 4) foi realizada nesta amostra a fim de verificar a formação das fases e para identificar quais compostos foram formados os resultados foram muito parecidos entre todas as amostras, constata-se um padrão nos picos de formação de óxido de zinco (representado pela letra Z na Figura 4) entre as amostras. Foram verificados ainda outros picos não identificados, representados por *, inferindo a

existência de outras substâncias que podem interferir na pureza do material. Recomenda-se, em trabalhos futuros que sejam analisadas a composição química detalhada da manipueira, com vistas a levantar dados que comprovem a existência desses materiais. Segundo dados obtidos por Almeida et al. (2020), observaram que a formação de óxidos de zinco, usando o amido de tapioca como agente quelante de baixo custo para síntese de nanopartículas por um processo sol-gel. A presença de um de as quatro formas possíveis de hidroxinitrato de zinco foram identificadas como $Zn_3(OH)_4(NO_3)_2$ (cartão PDF no. 052-0627) (IVANOV et al., 2017).

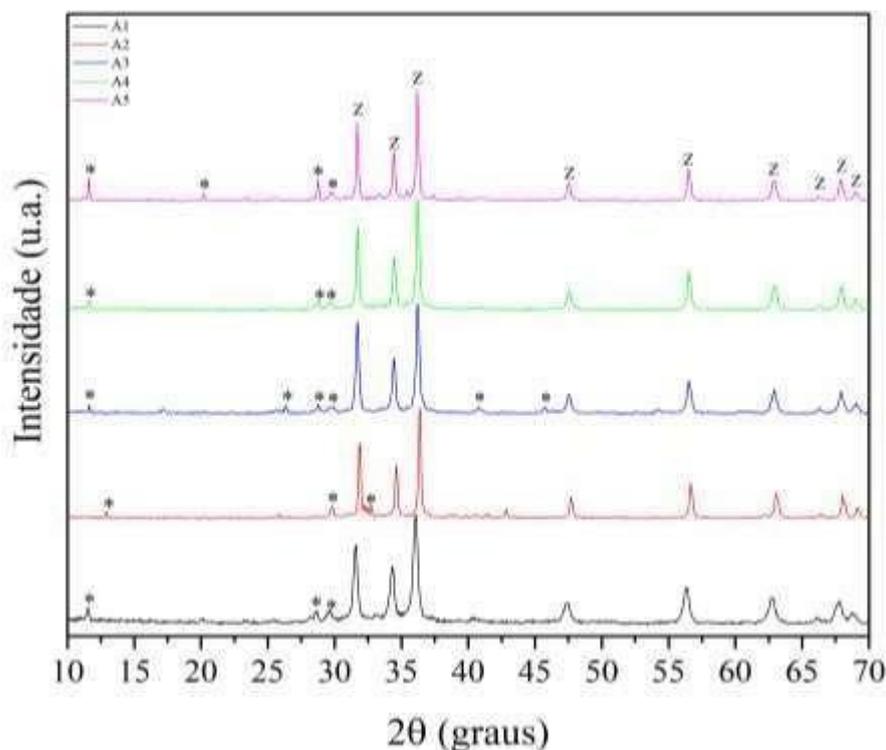


Figura 4. Difração de Raio X para amostras dos pós provenientes manipueiras de cinco distintas casas de farinha da Lagoa de São João.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que o tamanho de cristalito de óxido de zinco varia entre 27,8 e 41,8 nm. Em função do

tamanho do cristalito, esses óxidos podem ter aplicações nas mais variadas atividades.

Tabela 2. Tamanho do cristalito de Óxido de Zinco

Casa de Farinha	Tamanho de cristalito (nm)
1	27,8
2	41,8
3	33,4
4	33,4
5	41,8

O ZnO obtido com manipueira, na temperatura de 500°C demonstrou tamanho de cristalito menor, não apresentou diferenças expressivas entre as casas de farinha estudadas. Utilizando-se de nitrato de zinco e uma rota sol-gel com PVA (álcool polivinílico), Fernandes et al. (2016) obtiveram óxido de zinco com tamanho médio de cristalito de 70 nm calculado por Scherrer, após tratamento térmico a 500°C/4h. Usando o mesmo tipo de precursor do óxido de zinco e amido PA (amilose), ZAK et al. [13] obtiveram, após tratamento térmico a 500°C/8h, tamanho de cristalito de 36 nm. Assim, o método de síntese utilizado nessa pesquisa se destaca por possibilitar a obtenção de pós de ZnO com menor tamanho de cristalito, exceto para as manipueiras das casas de farinha 2 e 5, reduzindo o patamar e mantendo a mesma temperatura de calcinação utilizada por outros autores.

Para Almeida et al. (2020), O microstrain para ambas as amostras (ZnOT e ZnO) foi estimado em 0,17% e 0,14%, respectivamente. O tamanho médio de cristalito para nanopós ZnOT atingiu valores próximos a $20,1 \pm 0,3$ nm, que são aproximadamente três vezes menores que o tamanho médio de cristalito na amostra de ZnO obtida na ausência de Tapioca.

5 Conclusões

O estudo mostrou-se muito oportuno e de grande valia para a comunidade local e acadêmica, onde a manipueira teve papel importante para sintetizar nanoestruturas de ZnO com emprego de uma rota sol-gel. Verificou-se que a manipueira oriunda de

diferentes casas de farinha tem influência na formação de nanopartículas de óxido de zinco de diferentes tamanhos e apontou-se nessa pesquisa a possibilidade da mesma ser aplicada como nanofertilizantes para o óxido de zinco sintetizado, por não ser um material de alto grau de pureza. Dessa forma é possível que esse trabalho oriente a formação do ciclo produtivo local, onde todos os produtos provenientes da farinha sejam utilizados de maneira ecologicamente sustentável.

Referências

- ALMEIDA, W. L.; RODEMBUSCH, F.S.; FERREIRA, N.S.; SOUSA, V.C. Eco-friendly and cost-effective synthesis of ZnO nanopowders by Tapioca-assisted sol-gel route. *Ceramics International*, vol. 46, p. 10835–10842, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.01.095>.
- ARAÚJO, N.C.; LIMA, V.L.A.; LIMA, G.S.; ANDRADE, E.M.G.; RAMOS, J.G.; OLIVEIRA, S.J.C. Nutrient contents and growth of corn fertigated with human urine and cassava wastewater. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.23, n.9, p.681-686, 2019.
- BARRETO, M. T. L. **Efeito da manipueira na biomassa e nutrientes do milho (Zea mays L.) híbrido para forragem e alterações nos atributos químicos do solo.** 2012. 43p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife –PE. 2012.
- BEZERRA, M.G.S.; SILVA, G.G.C.; DIFANTE, G.S.; EMERENCIANO NETO, J.V.; OLIVEIRA, E, M.M.; OLIVEIRA, L.E.C.. Cassava wastewater as organic fertilizer in „Marandu“ grass pasture. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.6, p.404-409, 2017.
- BRAGA, A.N.S.; DUARTE-NETO, J.F.; MENEZES, R.R.; LIERA, H.L.; NEVES, G.A. Síntese de mulita pelo pro

- cesso sol-gel: Uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 9, n. 2, p. 60–73, 2014.
- CAPPELLETTI, B.M.; REGINATTO, V.; AMANTE, E. R.; ANTÔNIO, R.V. Fermentative production of hydrogen from cassava processing wastewater by *Clostridium acetobutylicum*. **Renewable Energy**, v. 36, p. 3367-3372, 2011.
- CAVALCANTI, J.C.M.; LOPES, E.A.P.; SILVA, J.C.S.S.; LOPES, G.J Análise da Composição Química e Metodologia de Obtenção do Melaço da Manipueira. **Diversitas Journal**, v. 5, N. 3,p. 1601-1628, 2020.
- CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. 1.ed. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 320p.
- DANKS, A.E.; HALL, S.R.; SCHNEPP, Z. The evolution of „sol-gel“ chemistry as a technique for materials synthesis,” **Materials Horizons**, vol. 3, no. 2, pp. 91–112, 2016.
- DUARTE, A. S.; SILVA, E. F. F.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.262– 267, 2012.
- FERREIRA, N.S.; ANGELINCA, R. S.; MARQUES, V. B.; LIMA, C. C. O.; SILVA, M. S. Cassava-starch-assisted sol-gel synthesis of CeO₂ nanoparticles,” **Materials Letters**, v. 165, p. 139–142, 2016.
- HORSFALL JÚNIOR, M.; ABIA, A. A. Sorption of cadmium (II) and zinc (II) ions from aqueous solutions by cassava waste biomass (*Manihot sculenta*, Crantz). **Water Resource**, v.37, p.4913-4923, 2003.
- IVANOV, K.I.; KOLENTOVA, K.N.; NGUYEN, N.C.; PELTEKOV, A.B.; ANGELOVA, V.R. Synthesis and stability of zinc hydroxide nitrate nanoparticles, **Bulgarian Chemical Communications**, v.49, p. 225–230, 2017.
- MAGALHÃES, C. P.; XAVIER-FILHO, J.; CAMPOS, F. A. P. Biochemical basis of the toxicity of manipueira (liquid extract of cassava roots) to nematodes and insects. **Phytochemical Analysis**, v.11, p.57-60, 2000.
- M. A. MAYRINCK, C.; RAPHAEL, E.; FERRARI, J. L.; SCHIAVON. Síntese, Propriedades e Aplicações de Óxido de Zinco. **Nanoestruturado**, vol. 6, no. 5, pp. 1185–1204, 2014, doi: 10.5935/1984-6835.20140078.
- MAGALHÃES, A.G.; ROLIN, M.M.; DUARTE, A.S.; TAVARES, U.E.; PINHEIRO, L.C.; LEITÃO, D.A.H.S. Reutilização da água residuária de casa de farinha em substituição à adubação mineral: efeitos no solo e na planta. **Revista EDUCAmazônia**, Ano 6, v. X, n. 1, p. 93-108, 2013.
- MAGALHÃES, A.G.; ROLIN, M.M.; DUARTE, A.S.; TAVARES, U.E.; PINHEIRO, L.C.; LEITÃO, D.A.H.S. Reutilização da água residuária de casa de farinha em substituição à adubação mineral: efeitos no solo e na planta. **Revista EDUCAmazônia**, Ano 6, v. X, n. 1, p. 93-108, 2013.
- MIRANDA, M. A. R. **O limite de aplicação da equação de Scherrer**. 2017. 108 f. Tese (Doutorado em Física) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- NASU, E. G. C.; PIRES, E.; FERMENTINI, H. N.; FURLANETTO, C. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. **Tropical Plants Pathology**, v.35, p.32-36, 2010.

PINTO, P. H. M. **Tratamento de manipueira de feccularia em Biodigestor anaeróbico para disposição em corpo Receptor, rede pública ou uso em fertirrigação**. 87. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agronmicas-Campus de Botucatu, 2008.

RAMOS, J.A.; LIMA, V.L.A.; PEREIRA, M.O.; NASCIMENTO, M.T.C.C.; ARAÚJO, N.C.; PEREIRA, M.C.A. Cultivo de milho híbrido com macronutrientes, urina humana e manipueira aplicados via fundação e fertirrigação **Irriga**, v. 25, n. 2, p. 420-431, abril-junho, 2020.

ROSA, P.R.F. **Produção de hidrogênio e etanol através da fermentação acidognica de águas residuárias agroindustriais em reator anaeróbico de leito fluidizado**. 165p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, 2014.

SARAIVA, F. Z; SAMPAIO, S.C; SILVESTRE, M.G; QUEIROZ, M.M.F; NÓBREGA, L.H.P e GOMES, B.M. Uso da manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n 1, p. 30-36, 2007.

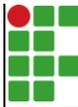
UMALE, S.; SUDHAKAR, V.; SONTAKKE, S.M.; KRISHNAMOORTHY, K.; PANDIT, A.B. Improved efficiency of DSSC using combustion synthesized TiO₂. **Materials Research Bulletin**, vol. 109, pp. 222–226, 2018, doi: 10.1016/j.materresbull.2018.09.044.

YUENYONGSUWAN, J.; NITHIYAKORN, N.; SABKIRD, P.; O’REAR, E.A.; PONGPRAYOON, T. Surfactant effect on phase-controlled synthesis and photocatalyst property of TiO₂ nanoparticles. **Materials Chemistry and Physics**, vol. 214, pp. 330–336, 2018, doi: 10.1016/j.matchemphys.2018.04.111.

ZAK, A.K.; MAJID, W. H. A.; MAHMOUDIAN, M.R.; DARROUDI, M.; YOUSEFI, R. Starch-stabilized synthesis of ZnO nanopowders at low temperature and

optical properties study. **Advanced Powder Technology**, v. 24, n. 3, p. 618–624, 2013.

ZNAIDI, L. Sol-gel-deposited ZnO thin films: A review,” **Materials Science & Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology**, v. 174, n. 1–3, p. 18–30, 201

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930
	Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901

Documento Digitalizado Restrito

ENTREGA DE TCC

Assunto:	ENTREGA DE TCC
Assinado por:	Jose Djavan
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Restrito
Hipótese Legal:	Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- José Djavan da Silva, ALUNO (201824080007) DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS - PRINCESA ISABEL, em 25/03/2024 12:42:03.

Este documento foi armazenado no SUAP em 25/03/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1125177

Código de Autenticação: 63304be129

