



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina

Câmpus
Jaraguá do Sul - Centro

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL

CAROLINE PELLIS
GABRIEL GARCIA BARBOZA
MAYARA MOTA RODRIGUES
RAQUEL FERREIRA

**SÍNTESE DE ZEÓLITAS A PARTIR DA CASCA DE ARROZ *IN NATURA* E DE SUA
CINZA**

Jaraguá do Sul

2018

CAROLINE PELLIS
GABRIEL GARCIA BARBOZA
MAYARA MOTA RODRIGUES
RAQUEL FERREIRA

**SÍNTESE DE ZEÓLITAS A PARTIR DA CASCA DE ARROZ *IN NATURA* E DE SUA
CINZA**

Relatório de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.

Orientador (a): Claudio M. Cascaes.

Coorientador (a): Ana Paula A. D. Souza.

Coordenador (a): Ana Paula A. D. Souza.

Jaraguá do Sul

2018

SUMÁRIO

1.TEMA	5
2.DELIMITAÇÃO DO TEMA	5
3.PROBLEMA	5
4.HIPÓTESES	5
5.OBJETIVOS	6
5.1 Objetivo Geral	6
5.2 Objetivos Específicos	6
6. JUSTIFICATIVA	6
7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
7.1 Arroz	7
7.1.1 Casca de arroz	8
7.1.2 Cinza da casca de arroz	8
7.2 Tratamentos de resíduos	9
7.2.1 Empregos existentes para a casca de arroz in natura	9
7.2.2 Empregos existentes para a cinza da casca do arroz	9
7.3 Sílica	10
7.4 Zeólitas	10
7.4.1 Zeólitas Naturais	11
7.4.2 Zeólitas Sintéticas	12
7.4.3 Zeólita A	12
7.5 <i>Caracterização da zeólita</i>	13
8. METODOLOGIA	14
8.1 Extração da sílica	14
8.1.1 Extração da sílica por lixiviação	14
8.1.2 Extração da sílica por calcinação	15
8.2 Determinação da sílica por espectroscopia do infravermelho	17
8.3 Síntese da zeólita A	17
8.3.1 Síntese da zeólita A com a sílica obtida por lixiviação	17
8.3.2 Síntese da zeólita A com a sílica obtida pela calcinação	18
8.4 Métodos de caracterização da Zeólita A	19
8.4.1 Teste de adsorção com azul de metileno	19
8.4.2 Espectroscopia do infravermelho (IR)	19

8.5 Descarte de resíduos	20
9. CRONOGRAMA	20
10. REFERÊNCIAS	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Grão de arroz	8
Figura 2 - Exemplos de estruturas de zeólitas	11
Figura 3 - (a) Cavidade β ou cavidade sodalita e (b) Cubo simples (4-4)	13
Figura 4 - Estrutura da zeólita A	14
Figura 5 - Espectroscopia de Infravermelho da zeólita A e fases associadas obtidas por síntese hidrotérmica	22

1.TEMA

Síntese de zeólitas a partir da casca de arroz *in natura* e de sua cinza.

2.DELIMITAÇÃO DO TEMA

Síntese do aluminossilicato zeólita A a partir da extração da sílica presente na casca de arroz *in natura* e da cinza da casca de arroz.

3.PROBLEMA

O Brasil é o oitavo maior produtor de arroz do mundo, sendo o maior produtor fora da Ásia. A região Sul atualmente é a que mais produz, concentrando 81,6 % da produção total do país (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ARROZ, 2017). Conseqüentemente a região Sul é a que mais gera resíduos, visto que, para cada tonelada de arroz em casca, 23,0 % correspondem a casca, e 4,00 % correspondem as cinzas geradas (FAO).

O presente trabalho tem como principal problema, o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto da casca do arroz, visto que as cinzas da casca de arroz, possuem uma quantidade de carbono residual prejudicial ao solo e a saúde. Entretanto, a cinza gerada é um resíduo valorizado pelo alto teor de sílica em sua composição, podendo ser utilizado para a geração de novos produtos. Sendo assim questiona-se: é possível utilizar a sílica presente na casca de arroz *in natura* e na cinza da casca do arroz para a produção de zeólitas como alternativa de reaproveitamento?

4.HIPÓTESES

- Será possível efetuar a extração de sílica presente na casca de arroz, com um alto rendimento;
- Será possível realizar a síntese da zeólita A, a partir da sílica obtida da casca de arroz;
- Será possível caracterizar e classificar as zeólitas produzidas, com os equipamentos disponíveis no laboratório do campus Jaraguá do Sul - Centro.

5.OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Produzir zeólitas a partir da casca de arroz *in natura* e da cinza da casca do arroz, como forma alternativa de reaproveitamento do seu resíduo, caracterizando sua capacidade adsortiva.

5.2 Objetivos Específicos

- Extrair a sílica presente na casca de arroz *in natura* e na sua cinza, comparando a eficiência dos resultados;
- Sintetizar zeólitas a partir da sílica produzida;
- Caracterizar a zeólita produzida;
- Comparar os resultados obtidos com a literatura.

6. JUSTIFICATIVA

Segundo a revista RunPetro (2015), as zeólitas abrangem uma classificação de compostos, que em geral, são aluminosilicatos de metais alcalinos ou alcalinos terrosos. As superfícies das zeólitas são constituídas por microporos, permitindo que a mesmas atuem como “peneiras moleculares”. Possuem grande importância na indústria, sendo utilizadas de diversas formas, dentre elas podemos destacar as zeólitas com potencial catalítico, em razão de serem as mais utilizadas, principalmente na indústria petroquímica para o refino do petróleo e de seus efluentes.

As zeólitas podem ser sintetizadas a partir do dióxido de silício (SiO_2), que é um composto químico que pode ser encontrado na natureza de duas formas: puro ou em forma de minerais. O mesmo, comumente conhecido como sílica, pode ser utilizado em diversas áreas da indústria, tendo principal destaque na indústria química inorgânica (ex: indústria vidreira como matéria-prima para a fabricação de vidros, etc) e na indústria da construção civil, tendo fundamental importância pelo fato da sílica ser responsável pela “resistência mecânica, viscosidade e tempo de endurecimento” (DELLA et al., 2006).

Segundo Freitas Filho et al., (2012), é possível obter a sílica com cerca de 95,0 % de pureza, utilizando os resíduos da queima da casca de arroz. Entretanto, a casca de arroz

é utilizada principalmente como fonte alternativa de energia, pelo seu alto poder calorífico (aproximadamente 16720 kJ/kg^{-1} , sendo que 50,0 % corresponde a capacidade térmica de um carvão betuminoso de boa qualidade e 33,0 % equivale a capacidade térmica do petróleo) e por não conter um valor comercial (DELLA, 2005).

Essa forma de reaproveitamento da casca de arroz (CA) como fonte de energia, acaba gerando um novo resíduo, a cinza da casca de arroz (CCA) e o mesmo não tem uma utilização específica. Portanto, este trabalho tem como finalidade realizar um método de reaproveitamento para a casca de arroz *in natura* e sua cinza, visando sintetizar as zeólitas a partir da obtenção da sílica, buscando minimizar os impactos ambientais e os resíduos gerados.

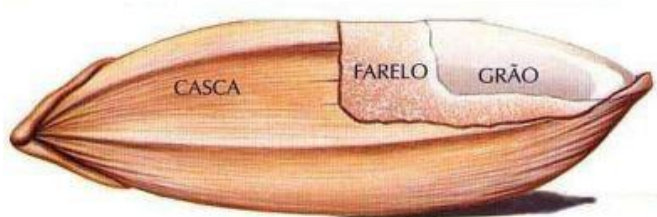
7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Arroz

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos mundiais, ficando em destaque entre os demais países, em consequência de sua grande produção agrícola. Sendo assim, um dos principais fornecedores e produtores de alimentos mundiais. Dentre os diversos alimentos cultivados, a produção do arroz ganha destaque, juntamente com a soja, milho, feijão, cana-de-açúcar e algodão (MAPA, 2016 *apud* MENEGON, 2016, p 12).

O arroz, como ilustrado na Figura 1, pode ser dividido em três partes: A casca, que representa em média 22,0 % do produto e possui sua maior aplicabilidade na produção de energia. O farelo que representa cerca de 8,00 % do produto, sendo esta, uma das partes do grão onde mais se encontra nutrientes. E o grão, que é a parte mais consumida pela população, representa cerca de 70,0 % do produto (NITZKE; BRIEDRZYCKI, 2018).

Figura 1 - Grão de arroz



Fonte: (JOSAPAR, 2005 *apud* NITZKE; BRIEDRZYCKI, 2018).

Durante os processos de beneficiamento do arroz, dois resíduos são gerados, sendo eles, a casca de arroz (CA) e a cinza da casca de arroz (CCA).

7.1.1 Casca de arroz

A casca de arroz é um subproduto - agroindustrial gerado a partir do beneficiamento do arroz, representando 22,0 % da massa do arroz (NITZKE; BRIEDRZYCKI, 2018). Segundo Houston, *apud* Kieling (2009, p. 23) a casca de arroz é composta por:

Uma dura capa lenhosa, com elevado teor de sílica, composta aproximadamente por 50% de celulose, 30% de lignina e 20% de resíduos inorgânicos. Os resíduos inorgânicos contêm, em média, 95 a 98%, em massa, de sílica na forma amorfa hidratada, perfazendo de 13 a 29% do total de sílica na casca (HOUSTON, 1972 *apud* KIELING, 2009, p. 23).

Na composição da CA, podemos destacar os resíduos inorgânicos, contendo em média 95,0 a 98,0 % de sílica amorfa e óxidos de potássio, magnésio, sódio, cálcio, ferro, fósforo, manganês e alumínio, sendo estes considerados impurezas (DELLA, 2005). Estudos mostram, que a quantidade de sílica e os tipos de impurezas obtidos, variam de acordo com as condições de cultivo do arroz analisado.

Visto que a casca de arroz é um resíduo com valor comercial baixo e com alto potencial calorífico, o mesmo conseqüentemente é utilizado como combustível. A queima da casca de arroz, em consequência da sua utilização como fonte de energia, acaba gerando um segundo resíduo, sendo esse a cinza da casca de arroz.

7.1.2 Cinza da casca de arroz

Mediante a queima da casca de arroz, são geradas as cinzas, que por sua vez possuem um grande valor comercial agregado, pelo fato de conter em sua composição um teor de sílica maior que 92,0 % (FOLETTTO *et al.*, 2005), se comparado a casca de arroz, que contém em sua composição cerca de 13,0 a 29,0 % de sílica.

Além do elevado teor de sílica, a cinza da casca de arroz também apresenta em sua composição carbono residual. Devido a presença de tal contaminante, o descarte incorreto da cinza da casca de arroz, pode ocasionar graves danos ao meio ambiente, mas por outro lado, o seu reaproveitamento beneficia o ar, solos e rios.

7.2 Tratamentos de resíduos

Após o cultivo do arroz ocorre o processo de beneficiamento, sendo necessário tratar e descartar o grão em indústrias, para posteriormente comercializá-lo. Nesse período, juntamente são gerados resíduos, alguns tendo valor comercial e outros não. Os principais resíduos gerados são: a casca do arroz, o farelo e os grãos quebrados. De acordo com Amato, *apud* Lorenzetti, Neuhaus e Schwab (2012, p. 222), esses resíduos podem ser utilizados de várias maneiras, dentre elas a utilização na produção de ração (farelo), e na produção de farinhas, atuando como matéria-prima (grãos quebrados).

7.2.1 Empregos existentes para a casca de arroz in natura

A casca de arroz se sobressai entre os resíduos gerados no beneficiamento do grão do arroz. Atualmente existem algumas utilizações para a casca de arroz, entre elas destacam-se:

- a) O uso da CA para obtenção de sílica com alto grau de pureza;
- b) O emprego da CA na produção de papel devido ao alto teor de celulose em sua composição;
- c) A aplicabilidade da CA na indústria de energia, devido ao seu alto potencial calorífico;
- d) Na agropecuária, onde a CA é empregada no tratamento de solos.

Quando não ocorre um reaproveitamento da casca do arroz, a mesma é descartada na natureza. Sendo um resíduo sólido, se descartada em céu aberto, gera alta emissão de gás metano (CH₄), contribuindo de forma negativa no efeito estufa (SIRVINSKAS *apud* WALTER; ROSSATO, 2010, p. 7), além de outros danos ambientais, que são geralmente ocasionados pelo grande volume gerado, e pelo fato de sua degradação ser de aproximadamente cinco anos. (MAYER; HOFFMANN; RUPPENTHAL, 2006);

7.2.2 Empregos existentes para a cinza da casca do arroz

Para minimizar os impactos ambientais causados pela casca do arroz, as mesmas são comumente submetidas a queima, gerando nesse processo, as cinzas da casca do arroz. Assim como a CA, o resíduo CCA também pode ser reaproveitado, possuindo algumas aplicabilidades, como:

- a) O uso na indústria para a produção de cimentos e argamassas, aumentando a durabilidade do produto e a porosidade;
- b) Se submetida a aquecimento, a CCA pode produzir um alto teor de sílica pura;
- c) Suporte de catalisadores metálicos.

Fazer o descarte incorreto da CCA, além de prejudicar o meio ambiente devido ao carbono residual presente, irá ser um grande desperdício, pois a mesma possui um alto teor de sílica, tornando-se assim um produto valorizado, podendo ser útil em várias áreas da indústria (FOLETTO *et al.*, 2005).

7.3 Sílica

O dióxido de silício ou sílica é uma combinação de oxigênio e silício (SiO_2), visto que o silício só é encontrado na natureza juntamente com outro composto, torna assim, a sílica uma boa fonte desse elemento. O oxigênio é o elemento que se encontra em maior quantidade na crosta terrestre, e o silício é o segundo mais numeroso, devido a isto, a formação da sílica é frequentemente encontrada na forma pura, hidratada ou em forma de minerais (LUJAN; ARY, 1992)

A sílica amorfa é a fase mineral, possuindo diferentes níveis de hidratação, tendo como fórmula geral $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, podendo ser utilizada como adsorvente, componente catalisador, carga e dessecante. Sendo um polímero inorgânico, a sílica-gel, é composta em sua superfície por grupos silanóis (SiOH), e no seu centro por grupos siloxanos (Si-O-Si), tendo sua utilização na indústria de vidro (FARIAS; AIROLDI, 1999).

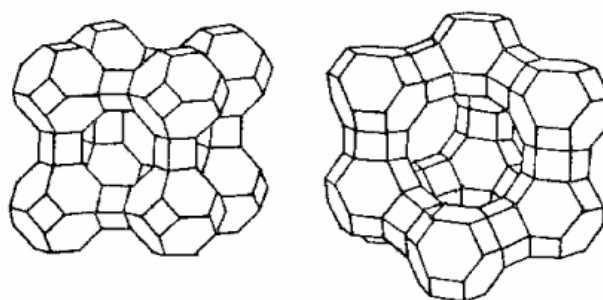
7.4 Zeólitas

O mineralogista Freiherr Alex Frederick Cronstedt, em 1756 encontrou um material composto de silicato que, quando submetido a aquecimento começava a saltitar. Devido a isso, foram utilizados os termos zéo e líthos, que são originados do idioma grego, que significam “pedra que ferve”. Esta nomenclatura foi utilizada para determinar e nomear o mineral como zeólita (TSCHRNICH, 1992). Contudo, hoje em dia o termo zeólita abrange um grande número de minerais naturais e sintéticos.

As zeólitas são aluminossilicatos hidratados cristalinos, que pertencem à família dos tectossilicatos, o qual possui arranjo estrutural composto por um esqueleto constituído pela combinação tridimensional de tetraedros de AlO_4 e SiO_4 , que são unidos entre si através de átomos de oxigênio.

Atualmente a definição de zeólita, segundo *Subcommittee on Zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names* (Coombs et al., 1997), vai além dos tectossilicatos, considerando zeólita toda substância cristalina que possui uma armação de tetraedros interligados, cada um constituído de quatro átomos de oxigênio envolvendo um cátion. Essa armação contém cavidades abertas, simulando canais e “gaiolas”, que comumente são ocupadas por água e que são substituíveis. A estrutura da zeólita e a formação dos canais é representada pela figura a seguir:

Figura 2 - Exemplos de estruturas de zeólitas



Fonte: (AGUIAR, NOVAIS, GUARINO, 2002).

As zeólitas são usadas em grandes quantidades na indústria petroquímica para o refino do petróleo e também na área ambiental (LUZ, 1995). A fórmula química da zeólita é do tipo: $M_2/nO \cdot Al_2O_3 \cdot x SiO_2 \cdot y H_2O$, em que, M é um elemento alcalino ou alcalino terroso, n é a valência de cargas deste elemento, x é um número de 2 a 10, e y é um número de 2 a 7.

7.4.1 Zeólitas Naturais

Na antiguidade, as zeólitas naturais eram utilizadas na fabricação de cimento e concreto. Entretanto, o interesse no âmbito industrial é recente, pois são consideradas um recurso mineral viável, visto que são encontradas em grande escala na natureza.

As zeólitas naturais são derivadas de processos geológicos em rochas basálticas, vulcânicas e sedimentares. Os depósitos de zeólitas naturais estão entre os autígenos que são desenvolvidos no local como uma rocha que, em vez de serem transportados são depositados. Existem fatores como, temperatura, pressão, atividade de espécies iônicas, pressão da água e o tipo de solo, que podem influenciar na formação das zeólitas. A

extração de zeólitas naturais é estimada entre 2,50 a 3,00 milhões de toneladas, sendo elas cliptiolitas e as modernitas que possuem maior valor industrial, devido ao grande número de depósitos espalhados por diversas regiões do mundo (SILVA, 2016).

7.4.2 Zeólitas Sintéticas

Em 1949 foram desenvolvidas as zeólitas modernitas e as zeólitas A, sendo essas as primeiras zeólitas sintéticas. Suas primeiras aplicabilidades foram nos processos de adsorção, catálise e troca iônica. Já nas décadas de 80 e 90, as zeólitas sintéticas atingiram seu auge, graças às exigências da indústria, principalmente as petroquímicas nos processos de catálise química, dos quais as zeólitas naturais não supriam a tarefa de forma eficiente (CETEM-MCT, 2005).

As zeólitas sintéticas dispõem tamanho e forma de canais homogêneos, além da composição química pré-determinada. Portanto, são usadas para processos que exijam tais características, como nos processos de catálise de hidrocarbonetos e na indústria de detergentes.

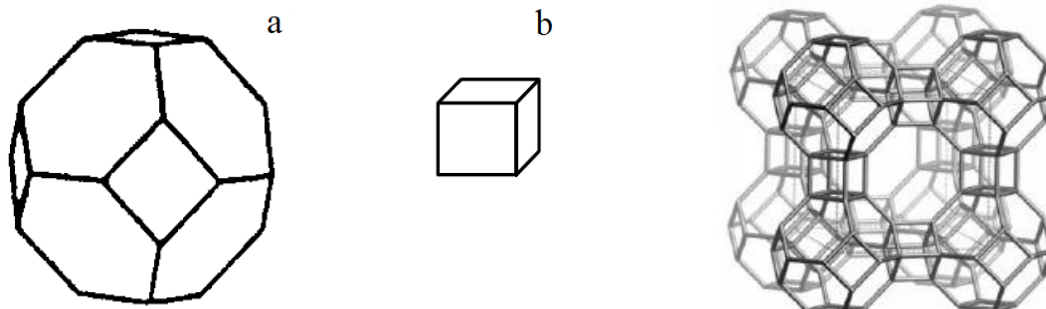
7.4.3 Zeólita A

Segundo Castelli (2017), a zeólita A, tem principal aplicabilidade na indústria, devido às suas propriedades moleculares, assim como adsorção de água e troca iônica, podendo ser aplicada como adsorvente, aditivo em detergente ou em ração animal.

Estruturalmente, a zeólita A pertence ao grupo C₄-C₄, na qual, sua estrutura cristalina é expressa através da união de dois tipos de poliedros: um cubo simples (4-4) formado pela união de dois anéis de quatro tetraedros (Figura 3) e, um octaedro formado pela combinação de 24 tetraedros, conhecido como cavidade β ou cavidade sodalita (Figura 3), a estrutura final é representada pela Figura 4. Sua fórmula química pode ser representada por Na₉₆Al₉₆Si₉₆O₃₈₄.27H₂O (SANTOS *et al.*, 2009).

Figura 3 - (a) Cavidade β ou cavidade sodalita e (b) Cubo simples (4-4)

Figura 4 - Estrutura da zeólita A



Fonte: (PETKOWICZ, 2009)

Fonte: (CAMILA GABRIELI RECKZIEGEL, 2017)

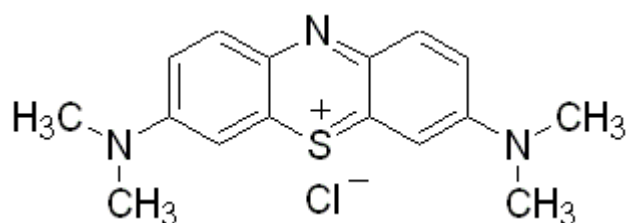
A zeólita A possui cavidades de diâmetro reduzido, pelo fato dos canais serem constituídos por anéis de 8 átomos de oxigênio, que impede com que moléculas com o diâmetro cinético superiores a $2,50 \text{ \AA}$ ($1,00 \text{ \AA} = 1,00 \times 10^{-10} \text{ m}$) entrem nos canais, como por exemplo as moléculas orgânicas e inorgânicas, visto que, as mesmas possuem diâmetros superiores a $2,50 \text{ \AA}$. Por razão a essas propriedades, as zeólitas A possuem grande importância no âmbito industrial, devido ao seu alto potencial de peneiramento molecular. (SANTOS *et al.*, 2009).

7.5 Caracterização da zeólita

O azul de metileno ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$) (Figura 5), é classificado como um corante catiônico, que possui uma grande variedade de aplicações, como no tingimento de papéis, algodão, lãs, e é utilizado em testes de adsorção.

Por possuir alto potencial de adsorção em suportes sólidos, o azul de metileno é utilizado como modelo na remoção de contaminantes orgânicos e corantes, a partir de soluções aquosas (OLIVEIRA; SILVA; VIANA, 2013).

Figura 5 - Estrutura do azul de metileno



(EXOTICFARMA, 2014)

A espectroscopia eletrônica na região do ultravioleta e visível, será utilizado juntamente com o teste de adsorção com azul de metileno, o qual, é um método analítico utilizado em técnicas de análises qualitativas ou quantitativas, devido a sua precisão de dados. A absorção de luz pela matéria é uma forma eficiente e muito utilizada para determinar a

concentração dos compostos presentes em solução. Na espectroscopia de absorção a região do ultravioleta-visível, utiliza radiação magnética com comprimentos que variam de 200 a 780 nm. (SANTOS; BRANCO; NEVES, 2010).

Para a caracterização da zeólita A, também será utilizada a espectroscopia do infravermelho (IR), no qual será utilizado, as bandas $462\text{ e }662\text{ cm}^{-1}$ e $462\text{ e }668\text{ cm}^{-1}$. (*Journal Of The Association Of Arab Universities For Basic And Applied Sciences 2014*).

8. METODOLOGIA

Os métodos aplicados nesta busca por informações, foram escolhidos visando contemplar todas as etapas necessárias para a produção de zeólita A, dentro do período pré-determinado e que ao mesmo tempo fosse possível ser realizado no laboratório do IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul - Centro.

As cascas de arroz (CA) e as cinzas das cascas de arroz (CCA) necessárias para a realização desta pesquisa, serão doadas pela empresa Urbano Agroindustrial LTDA.

8.1 Extração da sílica

Como primeiro processo para a produção de zeólitas, há a extração da sílica. Serão utilizadas duas metodologias distintas, sendo a primeira um processo de lixiviação para obter a sílica a partir das cinzas da casca de arroz, que consiste na separação do metal de valor (Si), das impurezas contidas na amostra em meio ácido ou alcalino.

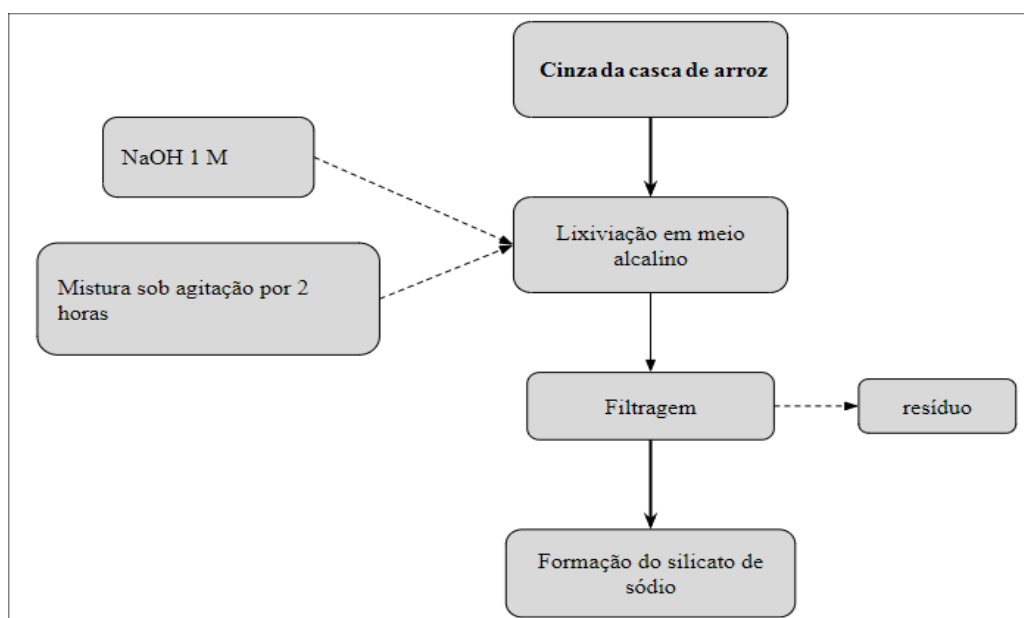
E na segunda metodologia, será utilizada a casca de arroz *in natura* pelo processo de calcinação, sendo esse, um tratamento de remoção da água, CO_2 , e de gases ligados quimicamente a uma substância, sendo um processo endotérmico que gera principalmente óxidos.

O propósito da realização destes dois procedimentos, é comparar qual obtém um melhor rendimento do produto final em relação às matérias primas utilizadas, sendo essas, a CCA e a CA respectivamente.

8.1.1 Extração da sílica por lixiviação

A metodologia a ser utilizada para a extração da sílica amorfa por meio da lixiviação, foi adaptada de Feitosa e Giacon (2014).

Fluxograma 1. Esquema da extração da sílica pela lixiviação em meio alcalino.



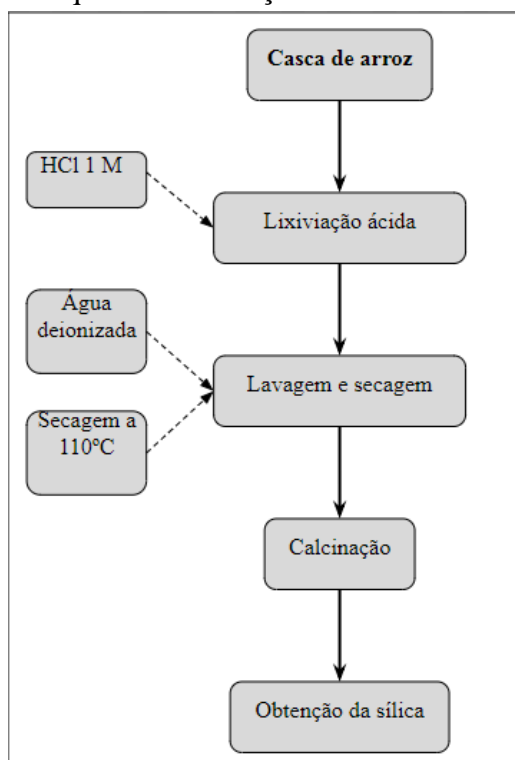
Fonte: Elaborado pelos autores.

Inicialmente, as cinzas das cascas de arroz devem ser submetidas a solução alcalina de 500 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol/L⁻¹. A mesma deve manter-se sob agitação contínua com o auxílio de um agitador magnético, variando o tempo e a temperatura, mantendo 2 horas a temperatura de 60 °C, 30 min em 80 °C e 30 min em 100 °C. Deve-se obter nessa etapa aproximadamente 500 mL da solução de silicato de sódio (Na₂SiO₃) que deve ser filtrado para a remoção de sólidos insolúveis.

8.1.2 Extração da sílica por calcinação

Os métodos descritos para a extração da sílica, a partir da casca do arroz *in natura* por meio da calcinação, foram baseados e adaptados de Petkowicz (2009).

Fluxograma 2. Esquema da extração da sílica através da calcinação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro momento a casca de arroz será submetida a um processo de lixiviação ácida para solubilizar óxidos indesejados. Serão utilizados 25,0 g de CA para 500 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) com concentração igual a $1,00 \text{ mol/L}^{-1}$, ficando por 2 horas em agitação contínua. Em seguida, a casca residual é lavada com água deionizada, e seca a $110 \text{ }^\circ\text{C}$ na estufa durante 4 horas.

Como última etapa para obtenção da sílica, a amostra é submetida a um tratamento térmico, no qual consiste, em um aquecimento gradual da temperatura na mufla, com patamares de $100 \text{ }^\circ\text{C}$ em $100 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingir $600 \text{ }^\circ\text{C}$, sendo essa a temperatura máxima, no qual a amostra é mantida por 4 horas.

8.2 Determinação da sílica por espectroscopia do infravermelho

Para realizar a determinação da sílica obtida nos processos de lixiviação e calcinação, será utilizado o método de espectroscopia do infravermelho (IR). O modelo de espectrofotômetro utilizado, será o Perkin Elmer Spectrum Two, com transformada de Fourier (FT - IR), esse aparelho foi escolhido visando a facilidade de utilização, por se encontrar no laboratório do IFSC- Câmpus Jaraguá do Sul- Centro.

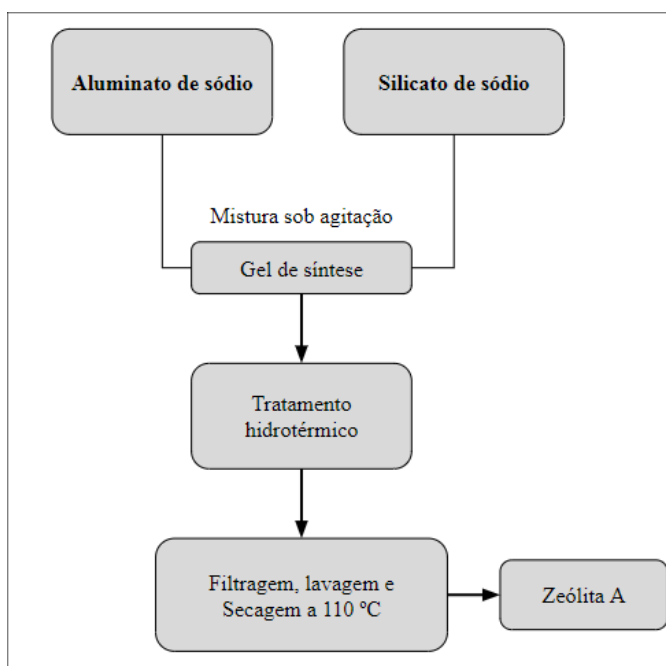
8.3 Síntese da zeólita A

A partir dos métodos a serem utilizados para obtenção da sílica a lixiviação e a calcinação, serão obtidos diferentes produtos, sendo eles, o silicato de sódio e dióxido de silício, respectivamente. Sendo assim, serão necessárias duas metodologias distintas para realização da síntese da zeólita A, sendo elas a partir desses dois produtos.

8.3.1 Síntese da zeólita A com a sílica obtida por lixiviação

A metodologia utilizada para a síntese da zeólita A, a partir do silicato de sódio obtido através da lixiviação, foi adaptada de Fernandes (2006).

Fluxograma 3. Esquema da síntese da zeólita A.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Inicialmente para a síntese da zeólita A, deve ser realizada uma solução de aluminato de sódio (NaAlO_2), preparada a partir de 50,0 g de alumínio metálico (papel alumínio) com

hidróxido de sódio (NaOH) com a concentração igual a $1,75 \text{ mol/L}^{-1}$. A solução deve ser filtrada e armazenada de modo que não fique em contato com CO_2 , prevenindo assim, a formação de óxidos de alumínio hidratados.

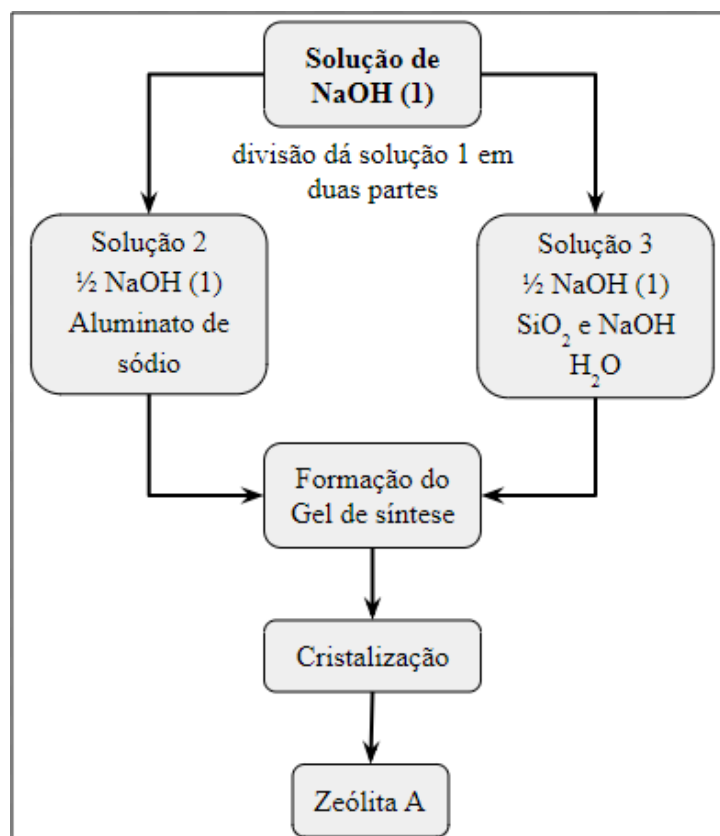
Logo após, para a preparação do gel de síntese, deve ser feita a adição de 120 mL da solução de silicato de sódio a 110 mL da solução de aluminato de sódio. Essa mistura deve ser submetida a agitação contínua por 4 horas a temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Após a formação do gel de síntese, o mesmo será submetido a um tratamento hidrotérmico em autoclave de materiais, sendo mantida sob pressão autógena durante 4 horas à $100 \text{ }^\circ\text{C}$, resultando na cristalização da amostra. Posteriormente realizam-se as etapas de lavagem, filtragem e secagem a $110 \text{ }^\circ\text{C}$ na estufa.

8.3.2 Síntese da zeólita A com a sílica obtida pela calcinação

A partir da obtenção da sílica pelo método de calcinação, buscou-se uma metodologia para ser utilizada para a síntese da zeólita A. Os procedimentos escolhidos foram descritos por Petkowicz (2009) e Fernandes (2006)

Fluxograma 4. Esquema da síntese da zeólita A.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os procedimentos para a realização da síntese da zeólita A, serão divididos em três etapas. Sendo elas:

1ª Etapa: Preparação de uma solução básica de 16,0 mL de água deionizada com 0,150 g de hidróxido de sódio (NaOH), denominada solução 1. Posteriormente à realização da solução 1, a mesma será dividida em dois béqueres de polipropileno com volumes iguais (solução 2 e 3). Na solução 2 será adicionado 1,65 g de aluminato de sódio (NaAlO₂) e na solução 3 será adicionado 0,890 g de dióxido de silício (SiO₂), juntamente com 1,17 g de NaOH e 1,30 mL de água deionizada.

2ª Etapa: As duas soluções são homogeneizadas com o auxílio de um agitador magnético, em temperatura ambiente por 10 min. Após a homogeneização, junta-se a solução 2 a solução 3. Esta mistura é submetida a agitação magnética, por 15 minutos, à temperatura ambiente, para a formação do gel da síntese.

3ª Etapa: Na última etapa, o gel formado é transferido para uma autoclave, sob pressão constante durante 4 horas, à temperatura de 100 °C. O final deste processo resultará na cristalização da amostra, onde posteriormente a mesma será lavada, filtrada e secada a 110 °C na estufa.

8.4 Métodos de caracterização da Zeólita A

8.4.1 Teste de adsorção com azul de metileno

A capacidade de adsorção da zeólita A, será determinada com o corante líquido azul de metileno (AM). O método constitui em utilizar 0,250 g da zeólita em contato com 25,0 mL do corante, em agitação mecânica por 30 min. Depois deste procedimento o restante deve ser centrifugado e analisado em espectrofotômetro UV-VIS, no comprimento de onda de máxima absorção do corante (650 nm) (OLIVEIRA; AZEVEDO, 2010).

A capacidade de adsorção da zeólita A, será calculada com a seguinte equação: $q =$

$$V(C_i - C_f) \div m$$

Sendo, V o volume do corante, C_i a concentração inicial do corante, C_f a concentração final e m a massa de zeólita (FUNGARO, 2009).

8.4.2 Espectroscopia do infravermelho (IR)

A zeólita A, será caracterizada a partir da espectroscopia do infravermelho (IR), utilizando a região de (4000 - 400 cm⁻¹). O modelo de espectrofotômetro utilizado, será o Perkin Elmer Spectrum Two, com transformada de Fourier (FT - IR). Para auxiliar na análise da amostra cristalina, será utilizado o instrumento UART (Universal Reflexão Total

Atenuada), o qual fornece informações detalhadas sobre a estrutura molecular e principalmente sua orientação cristalina (PERKINELMER).

As bandas obtidas através da espectroscopia do infravermelho (IR), serão comparadas com as presentes na literatura, visto que, segundo o *Journal Of The Association Of Arab Universities For Basic And Applied Sciences (2014)*, as bandas de 462 e 662 cm^{-1} estão próximas das bandas a 462 e 668 cm^{-1} , o que corresponde às vibrações de ligação interna dos tetraedros TO_4 ($T = \text{Si}$ ou Al) e ao alongamento assimétrico, respectivamente, da zeólita A.

8.5 Descarte de resíduos

Todos os resíduos gerados pelo grupo serão devidamente descartados e neutralizados se necessário.

9. CRONOGRAMA

Atividades 2018/2	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Revisão do projeto	X	X	X	X	X	
Pesquisa a bibliografia	X	X				
Revisão da metodologia		X				
Coleta das matérias primas	X	X				
Realização da metodologia		X	X	X	X	
Realização do relatório final				X	X	X
Apresentação do relatório final						X

10. REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. R. M. P. DE; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. *Química Nova*, v. 25, n.6b, p. 1145–1154, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ARROZ 2017. Brasil: Gazeta Santa Cruz Ltda, 2017. Anual. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-arroz-2017/files/assets/basic-html/index.html#1>>. Acesso em 02 abril de 2018.

BRECK, D. W. *Zeolite Molecular Sieve*. John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1974, 771 p.

CAMILA GABRIELI RECKZIEGEL. Assessora do Setor Acadêmico da Betaeq e Estudante da Unioeste. **ZEÓLITAS: O MINERAL COM DIVERSAS POSSIBILIDADES**. 2017. Disponível em: <<https://betaeq.com.br/index.php/2017/07/19/zeolitas-mineral-diversas-possibilidades/>>. Acesso em: 13 maio 2018.

CASTELLI, Yasmin Alves de. **SÍNTESE DE ZEÓLITA A USANDO FORNO DE MICRO-ONDAS**. 2017. 10 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química e de Materiais, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, PUC Rio, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2017/relatorios_pdf/ctc/DEQM/DEQM-Yasmin%20Castelli.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.

COOMBS, D.S. (1955): X-ray observations on wairakite and non-cubic analcime. *Mineral. Mag.* 30, 699-708.

DELLA, Viviana Possamai et al. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SÍLICA OBTIDA POR LIXÍVIA ÁCIDA DA CASCA DE ARROZ E SÍLICA OBTIDA POR TRATAMENTO TÉRMICO DA CINZA DE CASCA DE ARROZ. *Química Nova: Órgão de divulgação da Sociedade Brasileira de Química*, Brasil, v. 29, n. 39/9, p.1175-1179, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v29n6/04.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

DELLA, Viviana Possamai; KÜHN, Ingeborg; HOTZA, Dachamir. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Química**

Nova, [s.l.], v. 24, n. 6, p.778-782, dez. 2001. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n6/6785.pdf>>. Acesso em: 05 maio 18.

DELLA., Viviana Possamai. **SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO PIGMENTO CERÂMICO DE HEMATITA, OBTIDA A PARTIR DE CAREPA DE AÇO, ENCAPSULADA EM SÍLICA AMORFA OBTIDA A PARTIR DE CASCA DE ARROZ**. 2005. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais (Área: Materiais Particulados), Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102341/221573.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

EXOTICFARMA. **Substância Proibida: Azul de Metileno**. 2014. Disponível em: <<https://exoticfarma.wordpress.com/2014/07/07/substancia-proibida-azul-de-metileno/>>. Acesso em: 05 ago. 2018

FAO. Food and agriculture organization of the United Nations: online. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>>. Acesso em 01 de abril de 2018.

FARIAS, Robson Fernandes de; AIROLDI, Claudio. **SÍNTESE E REATIVIDADE DE SÍLICA LAMELAR. Química Nova**, Brasil, v. 3, n. 2, p.88-93, 17 mar. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v23n1/2148.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2018.

FEITOSA, B. de A.; GIACON, V. M.. **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO HIDROTÉRMICO DE EXTRAÇÃO DA SÍLICA (SIO₂) PRESENTE NAS CINZAS DA CASCA DO ARROZ (CCA): Engenharia de Materiais e Nanotecnologia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 14., 2014, Florianópolis. **1283-20096-161588.pdf**. Florianópolis: Sbeb, 2014. v. 1, p. 1 - 8. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1283-20096-161588.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

FERNANDES, Alberto de Andrade. **SÍNTESE DE ZEÓLITA E WOLASTONITA À PARTIR DA CINZA DA CASCA DO ARROZ**. 2006. 108 f. Tese (Doutorado) - Curso de

Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-08062007-145111/pt-br.php>>. Acesso em: 14 maio 2018.

FREITAS FILHO, João R. de et al. **Investigando cinza da casca do arroz como fase estacionária em cromatografia: uma proposta de aula experimental nos cursos de graduação.** 35. ed. São Paulo: Química Nova, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000200033>. Acesso em: 09 abr. 2018.

FOLETTTO, Edson Luiz et al. APLICABILIDADE DAS CINZAS DA CASCA DE ARROZ. Química Nova, Santa Maria - RS, v. 28, n. 6, p.1055-1060, 10 ago. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n6/26837.pdf>>. Acesso em 01 abril de 2018.

FUNGARO, D. ; BRUNO, M. Remoção de azul de metileno de soluções aquosas usando zeólitas sintetizadas com amostras de cinzas de carvão diferentes. São Paulo: IPEN, 2009.

GOUGAZEH, MOUSA; BUHL, J-CH. **JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF ARAB UNIVERSITIES FOR BASIC AND APPLIED SCIENCES: Synthesis and characterization of zeolite A by hydrothermal transformation of natural Jordanian kaolin.** Zallaq, 07 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1815385213000217#b0015>>. Acesso em: 28 maio 2018.

KIELING, Amanda Gonçalves. **INFLUÊNCIA DA SEGREGAÇÃO NO DESEMPENHO DE CINZAS DE CASCA DE ARROZ COMO POZOLANAS E MATERIAL ADSORVENTE.** 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos Ciências Exatas e Tecnológicas, São Leopoldo, 2009. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/4445/02c.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 maio de 2018.

LUJAN, Manuel.; ARY, T. S. **Crystalline Silica Primer: Staff, Branch of Industrial Minerals:** Special publication. Estados Unidos: U.s. Department Of The Interior, U.s. Bureau

Of Mines, 1992. 29 p. Disponível em: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/silica/780292.pdf>. Acesso em: 28 maio 2018.

LUNA, Fernando J.; SCHUCHARDT, Ulf. MODIFICAÇÃO DE ZEÓLITAS PARA USO EM CATÁLISE. **Química Nova**, Campos dos Goytacazes - RJ, Campinas - SP, v. 24, n. 6, p.885-892, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n6/6799.pdf>. Acesso em 01 de abril de 2018.

LUZ, Adão Benvindo da. Zeólitas: propriedades e usos industriais. Rio de Janeiro - RJ: Cetem/cnpq, 1995. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/132/1/stm-68.pdf>. Acesso em 01 abril de 2018.

LORENZETT, Daniel Benitti; NEUHAUS, Mauricio; SCHWAB, Natalia Teixeira. GESTÃO DE RESÍDUOS E A INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ. **Revista Gestão Industrial**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.219-232, 9 maio 2012. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482012000100011>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/viewFile/838/786>. Acesso em: 15 maio 18.

MAYER, Flávio Dias; HOFFMANN, Ronaldo; RUPPENTHAL, Janis E.. Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru. **Anais...** . São Paulo, 2006, p. 1 - 11. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/124.pdf. Acesso em: 15 maio 2018.

MENEGON, Gustavo. **ANÁLISE DOS DIFERENTES TIPOS DE ARROZ NA REGIÃO SUL CATARINENSE**. 2016. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração de Empresas, Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc, Criciúma, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/4905/1/GUSTAVO%20MENEGON.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.

MARIN, Eder Prodossimo. Espectroscopia de infravermelho e suas aplicações. 2013. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/119826>. Acesso em: 28 de maio de 2018.

MIGNONI, Marcelo L.; DETONI, Chaline; PERGHER, Sibebe B. C.. ESTUDO DA SÍNTESE DA ZEÓLITA ZSM-5 A PARTIR DE ARGILAS NATURAIS. **Química Nova**, Erechim - Rs, v. 30, n. 1, p.45-48, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n1/09.pdf>>. Acesso em 01 de abril de 2018.

MÜLLER, J. M. **Desenvolvimento de zeólitas por desaluminização para desidratação de alcoóis**. 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/14039/3/2013_JuliaMarinaMuller_Parcial.pdf>. Acesso em 09 de maio de 2018.

NITZKE, Julio Alberto; BRIEDRZYCKI, Aline. **Terra de Arroz: O grão**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/grao/gr_apresenta.htm>. Acesso em: 13 maio 2018.

OLIVEIRA, Elisa M. N. de; AZEVEDO, Carla M. N.. **Caracterização de zeólitas visando seu uso em tratamento de efluentes**. 2010. 3 f. - Curso de Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pucrs, Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/XISalaoIC/Ciencias_Exatas_e_da_Terra/Quimica/83531-ELISAMAGNONUNESDEOLIVEIRA.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.

OLIVEIRA, Pedro Vitoriano de; KRUG, Francisco José; NÓBREGA, Joaquim Araújo. **ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA: Parte 1. Fundamentos e atomização com chama**. Juiz de Fora: .., 2004. 40 p. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/AAS-geral-parte-1-revisada.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2018.

OLIVEIRA, S. P.; SILVA, W. L. L.; VIANA, R. R.. **Avaliação da capacidade de adsorção do corante azul de metileno em soluções aquosas em caulinita natural e intercalada com acetato de potássio**. 2013. 7 f. TCC (Graduação) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v59n350/21.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2018.

PERKINELMER (Estados Unidos). **UATR Polarization Accessory for Spectrum One (1 Reflection)**. Disponível em: <<http://www.perkinelmer.com/product/polarizer-uatr-1-bounce-accessory-11250064>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

PETKOWICZ, Diego Ivan. **ZEÓLITAS SINTETIZADAS COM FONTES ALTERNATIVAS DE SILÍCIO E ALUMÍNIO. APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE**. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Ciências dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16779/000704554.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

RESENDE, Nélio das Graças de Andrade da Mata; MONTE, Marisa Bezerra de Mello. Zeolitas Naturais. In: LUZ, Adão Benvindo da; LINS., Antonio Freitas. **CETEM-MCT: CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Rio de Janeiro: Cetem/mct, 2005. p. 699-717.

RODRIGUES, Laécio Carneiro; SANTANA, Marcos Antonio Eduardo. **DETERMINAÇÃO DE TEOR DE SÍLICA EM MADEIRA POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA DE CHAMA VERSUS ESPECTROSCOPIA NO ULTRAVIOLETA-VISÍVEL**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 259-264, abr.-jun., 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v18n2/1980-5098-cflo-18-02-00259.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

RUNPETRO: Revista Eletrônica do Mestrado em Petróleo e Gás. Ano 3, n.2. (abr./set.2015). – Natal: Edunp, 2015. Disponível em: <http://portal.unp.br/arquivos/pdf/institucional/edunp/runpetro_a3n2.pdf>. Acesso em 09 de abril de 2018.

SANTOS, Reus T. Rigo Diego I. Petkowicz Sibebe B. C. Pergher João H. Z. dos et al. **Um novo procedimento de síntese da zeólita A empregando argilas naturais**. 2009. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/imagebank/pdf/Vol32No1_21_03-AR07470.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.

SANTOS, Daniel Nascimento dos; BRANCO, Raimunda Nonata Consolação e; NEVES, Gilmar Nascimento. **ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO ULTRAVIOLETA/VISÍVEL**. 2010. 26 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Pará, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/53575282/Espectroscopia-na-Regiao-do-UV-VIS>>. Acesso em: 19 maio 2018.

SILVA, Amanda Meira da. **CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA DE ZEÓLITAS NATURAIS COM POTENCIAL PARA APLICAÇÃO EM TRATAMENTOS DE EFLUENTES**. 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Bacharelado em Química, Departamento de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5574/1/PB_DAQUI_2016_1_11.pdf>. Acesso em: 09 maio 2018.

SOUSA, Rafael Arromba de; CAMPOS, Náira da Silva; ORLANDO, Ricardo. **PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE ELEMENTAR**: Apostila de Apoio. Juiz de Fora: Departamento de Química Ufjf, 2015. 17 p. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/07/Apostila-PREPARO-DE-AMOSTRAS-Analítica-Avançada.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 18.

TSCHRNICH, R. W. Zeolites of the world. Geoscience Press Inc., Phoenix, 1992, 563 p.

WALTER, Jaqueline Paula; ROSSATO, Marivane Vestena. DESTINO DO RESÍDUO CASCA DE ARROZ NA MICRORREGIÃO DE RESTINGA SECA - RS: UM ENFOQUE À RESPONSABILIDADE SÓCIO AMBIENTAL. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Niterói, Rj. **Anais...** . [s. I.]: [s. N.], 2010. p. 1 - 23. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0261_1040.pdf>. Acesso em: 15 maio 2018.