



**Universidade Federal do Oeste do Pará  
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas  
Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**CARVÃO ATIVADO E SUA APLICAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA: UMA  
REVISÃO DA LITERATURA**

**KERLESON CARVALHO RAMOS  
KLINSMANN LIMA RABELO**

**Santarém – Pará  
2018**

**KERLERSON CARVALHO RAMOS  
KLINSMANN LIMA RABELO**

**CARVÃO ATIVADO E SUA APLICAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA: UMA  
REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e  
Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará –  
Campus de Santarém, para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

**Área de Concentração:**  
Química Ambiental

**Orientador:**  
Prof. Dr. Lucinewton Silva de Moura

**Santarém – Pará  
2018**

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

---

R114c Rabelo, Klinsmann Lima

Carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água: uma revisão de literatura./ Klinsmann Lima Rabelo e Kerleson Carvalho Ramos. – Santarém, 2018.

50 fls.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador: Lucinewton Silva de Moura

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas , Curso Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental.

1. Publicações. 2. Carvão ativado. 3. Água. I. Ramos, Kerleson Carvalho. II. Moura, Lucinewton Silva de, *orient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 628.162

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

**Nome do Autor: RAMOS, Kerleson Carvalho; RABELO, Klinsmann Lima**

**Título: Carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água: uma revisão da literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Data da Aprovação:

### Banca Examinadora

\_\_\_\_\_ Orientador e Presidente

Prof. Dr. Lucinewton Silva de Moura

Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará.

\_\_\_\_\_ Membro Titular

Profª. MSc. Jessica Inglês Nepomuceno dos Santos

Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará.

\_\_\_\_\_ Membro Titular

Prof. MSc. Manoel Bentes dos Santos Filho

Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia das Águas Universidade Federal do Oeste do Pará.

## DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho, a Deus pela força fé, a minha família, principalmente aos meus pais, Luiz Erivan Miranda Santos e Maria Arlene Carvalho Ramos, pelo apoio nessa caminhada difícil. A meu parceiro de trabalho Klinsmann Lima Rabelo.*

*Kerleson Carvalho Ramos.*

*Dedico esse trabalho, primeiramente a Deus, a minha família de maneira geral, em especial os meus pais, Antônio Gomes Rabelo e Maria do Socorro Lima, por tudo o que fizeram por mim. A meu parceiro de trabalho Kerleson Carvalho Ramos.*

*Klinsmann Lima Rabelo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Nenhuma batalha é vencida sozinha. No decorrer desta luta algumas pessoas estiveram ao nosso lado e percorreram este caminho conosco nos estimulando para buscássemos a nossa vitória e assim conquistássemos o nosso sonho.

Agradecemos primeiramente a DEUS, que nos ouviu nos momentos difíceis e por ter nos dado sabedoria para que pudéssemos concluir essa pesquisa.

Aos nossos, pais por todo amor e compreensão que sempre tiveram conosco durante o curso, fazendo-nos acreditar sempre que nada é impossível.

Ao nosso orientador Lucinewton Silva de Moura, pela paciência e dedicação por fazer a correção do nosso trabalho e sempre estar à disposição para nos orientar de como fazê-lo melhor.

A todos os professores de Universidade Federal do Oeste do Pará os nossos sinceros agradecimentos.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado, o nosso eterno agradecimento.

## EPÍGRAFE

*Cuidando bem da água usaremos de suas possibilidades. Maltratando-a, vivenciaremos suas limitações (Autor Desconhecido).*

## RESUMO

RAMOS, Kerleson Carvalho; RABELO Klinsmann Lima. **Título Carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água: uma revisão da literatura.** 2018. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Ambiental) – Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Oeste do Pará.

A água, assim como o sol, é um recurso natural indispensável à vida no planeta terra. Todavia, a crescente expansão dos centros urbanos, das indústrias, da agricultura e da pecuária tem contribuído efetivamente com o aumento na contaminação de rios, lagos e reservatórios. Assim, surgiu uma enorme preocupação em se criar métodos e técnicas para promover o tratamento da água cada vez mais eficiente e o carvão ativado surge como solução para esse problema por se tratar de material com grande capacidade de adsorção. Deste modo, o presente estudo justifica-se quando buscar revisar os resultados de estudos publicados sobre a eficiência do carvão ativado quando aplicado no tratamento de água. Para tanto, este estudo tem como objetivo geral revisar os resultados de estudos publicados sobre a eficiência do carvão ativado quando aplicado no tratamento de água. Para o desenvolvimento do estudo, realizou-se uma revisão de literatura disponível sobre o carvão ativado e sua aplicação para tratamento de água, no período compreendido entre início de 2000 e final de 2017. No total foram analisadas um quantitativo de 30 publicações, sendo 53% de artigos e 27% de dissertação, dentre os anos com maiores percentuais de publicações os anos de 2009 e 2016 destacam onde ambos tem 16,7% das publicações, as regiões Sudeste e Sul aparecem com 40% publicações cada, o material precursor mais utilizado foi a madeira com 46,7%, a granulometria do carvão ativado mais citada nos estudo foi a 100 $\mu$ m com 29%, carvão ativado do tipo granular aparece em 56% das publicações, o tipo de água mais tratada por meio do carvão ativado foi a de água de abastecimento com 16% e 67% das publicações afirmaram que tratamento da água por meio carvão ativado foi eficiente sim. Dessa forma, estudo possibilitou ampliar um pouco mais do entendimento sobre a importância do carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água, do mesmo modo que permitiu identificar que necessita que sejam realizadas novas pesquisas sobre esse tema, pois isso irá contribuir para a melhoria na qualidade da água.

**Palavras-Chave:** Publicações. Água. Carvão Ativado. Tratamento.

## ABSTRACT

Water, like the sun, is an indispensable natural resource for life on planet earth. However, the increasing expansion of urban centers, industries, agriculture and livestock has effectively contributed to the increase in the contamination of rivers, lakes and reservoirs. Thus, a great concern arose in creating methods and techniques to promote the treatment of water increasingly efficient and activated carbon emerges as solution to this problem because it is a material with great adsorption capacity. Thus, the present study is justified when seeking to review the results of published studies on the efficiency of activated carbon when applied in water treatment. Therefore, this study aims to review the results of published studies on the efficiency of activated carbon when applied in water treatment. For the development of the study, a review of available literature on activated carbon and its application for water treatment was carried out between the beginning of 2000 and the end of 2017. A total of 30 publications were analyzed, of which 53% were articles and 27% were dissertations. Of the years with the highest percentage of publications, in 2009 and 2016, both publications had 16.7% of the publications, the Southeast and Sul appeared with 40% publications each, the most used precursor material was wood with 46.7%, the granulometry of activated carbon most cited in the study was at 100 $\mu$ m with 29%, activated charcoal of the granular type appears in 56% of publications, the type of water most treated by activated carbon was that of water supply with 16% and 67% of the publications stated that water treatment by activated carbon was efficient yes. Thus, a study made it possible to expand a little more understanding about the importance of activated carbon and its application in water treatment, in the same way that it was possible to identify that it needs to be carried out further research on this topic, as this will contribute to the improvement in water quality.

**Keywords:** Publications. Water. Activated charcoal. Treatment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma das principais etapas da pesquisa .....	28
Figura 2: Percentuais de publicações de acordo com o tipo de publicações entre os anos de 2000 a 2017 .....	32
Figura 3: Percentuais de publicações por ano sobre carvão ativado aplicado no tratamento da água entre os anos de 2000 a 2017 .....	33
Figura 4: Percentuais de publicações sobre carvão ativado aplicado ao tratamento de água por região entre os anos de 2000 a 2017 .....	34
Figura 5: Percentuais de publicações de acordo com materiais precursores para produção do carvão ativado aplicado ao tratamento de água, entre os anos de 2000 a 2017 .....	36
Figura 6: Percentuais de publicações de acordo com a granulometria do carvão ativado aplicado ao tratamento de água, entre os anos de 2000 a 2017 .....	37
Figura 7: Percentuais de publicações de acordo com o tipo de carvão aplicado ao tratamento de água entre os anos de 2000 a 2017 .....	39
Figura 8: Percentuais de publicações de acordo com o tipo de água a ser tratada com carvão ativado entre os anos de 2000 a 2017 .....	40
Figura 9: Percentuais de publicações de acordo com a eficiência do carvão ativado para o tratamento de água entre os anos de 2000 a 2017 .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais materiais precursores do Carvão Ativado e suas aplicações. ...	20
Tabela 2: Tipo de peneiras e abertura que determina a granulometria do carvão ativado .....	21
Tabela 3: Padrão microbiológico da água para consumo humano .....	25
Tabela 4: Classificação das águas doces.....	26
Tabela 5: Palavra-chave, número de publicações pesquisadas e Informações extraídas. ....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ASTM**- American Society for Testing and Materials.

**CAG**- Carvão Ativado Granular.

**CAP**- Carvão Ativado Pulverizado.

**CONAMA**- Conselho Nacional do Meio Ambiente.

**ETA**- Estação de Tratamento de Água.

**IUPAC**- Internacional Union of Pure and Applied Chemistry.

**NBR**- Norma Brasileira Regulamentadora.

**OMS**- Organização Mundial da Saúde.

**UFOPA**- Universidade Federal do Oeste do Pará.

**VMP**- Valor Máximo Permitido.

## LISTA DE SÍMBOLOS

**Å**- angström.

**%**- Porcentagem.

**mm**- milímetro.

**mg/L**- miligrama por litro.

**µm**- micrometro.

**µg/L**- micrograma por litro.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Geral</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Específicos</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Histórico do uso do carvão ativado</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Produção do Carvão Ativado e material precursor</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>Tipo de Granulometria</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Aplicação do carvão ativado</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5</b>	<b>Uso do carvão no tratamento de água</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Padrão de potabilidade</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Resolução do Conama</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Tipo de estudo</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Análises dos Dados</b> .....	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Aspectos Éticos</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água, assim como o sol, é um recurso natural indispensável à vida no planeta terra. Possui um enorme valor econômico, ambiental e social, fundamental à sobrevivência do homem e dos ecossistemas no nosso planeta. Todavia, a crescente expansão dos centros urbanos, das indústrias, da agricultura e da pecuária tem contribuído efetivamente com o aumento na contaminação de rios, lagos e reservatórios (BORGES et al. 2016). Assim, surgiu uma enorme preocupação em se criar métodos e técnicas para promover o tratamento de água cada vez mais eficiente. Visto que, consumir água tratada evita uma gama de doenças de veiculação hídrica causadas pelas impurezas, bactérias e outros microrganismos contaminantes. Para a OMS (2017), todas as pessoas em quaisquer estágios de desenvolvimento socioeconômico têm direito de ter acesso a um suprimento adequado e seguro de água potável.

Por essa razão uso do material no tratamento de água vem crescendo desde a década de 70, quando houve uma pressão por parte das autoridades sanitárias em relação à qualidade da água final distribuída à população, pois o tratamento convencional não era capaz de remover as impurezas de forma eficiente. Neste contexto, o carvão ativado surgiu com umas soluções desse problema, por se tratar de um produto oriundo de matéria prima, geralmente do meio natural e as comumente utilizadas é a madeira de alta e baixa densidade, casca de coco, caroço do açaí, caroço de tucumã entre outras. Além disso, o mesmo tem um papel fundamental na purificação da água já que é responsável pela eliminação da cor, odor, mau gosto e remoção de substâncias orgânicas indesejáveis através do mecanismo de adsorção. Esse tipo de carvão também remove compostos orgânicos, fenólicos e outras substâncias que acabam diminuindo a qualidade final da água.

A respeito disso, (BARBOSA et al. 2014) caracterizam o carvão ativado como sendo um material poroso de origem natural. É importante devido as suas propriedades adsorptivas, capazes de reterem substâncias contaminantes no processo de purificação de água, e por este motivo, o carvão ativado é vastamente utilizado em vários ramos da indústria. Uma das mais importantes aplicações do carvão ativado é no tratamento de água, com o objetivo de adequá-la aos parâmetros de potabilidade exigido para o consumo humano (PEREIRA, 2013).

No processo de tratamento de água o carvão cumpre a função de adsorvente, pois, ele retém em seus poros certos tipos de impurezas, partículas grandes que causam coloração, sabor ou odor indesejável na água. Essas partículas permanecem fixadas ao carvão ativado por forças físicas. Há duas formas de se empregar o carvão ativado, para tratamento de água. A primeira é em forma granular (CAG). Outra forma de uso é com o carvão em pó (CAP), onde esta será aplicada diretamente no fluxo do processo de tratamento. Diante disso foi possível levantar a seguinte questão norteadora do estudo: O que vem sendo publicado sobre o tema carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água.

Deste modo, o presente estudo objetiva realizar uma revisão de literatura de estudos publicados sobre a eficiência do carvão ativado quando aplicado no tratamento de água. A partir da análise dos resultados, o estudo pode subsidiar para outras pesquisas de cunho acadêmico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Realizar uma revisão de literatura de estudos publicados sobre a eficiência do carvão ativado quando aplicado no tratamento de água.

### **2.2 Específicos**

- ✓ Revisar o maior número de publicação de acordo com o tema em estudo;
- ✓ Analisar os estudos, a fim de selecionar aqueles que correspondam ao objetivo geral do trabalho;
- ✓ Listar, o ano, região, o tipo de material precursor, o tipo de carvão ativado, tipo de água, granulometria e a eficiência do carvão ativado no tratamento.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Histórico do uso do carvão ativado**

Carvão ativado consiste em um material carbônico, com estrutura porosa desenvolvida e elevada área superficial específica, que lhe atribuem capacidade de adsorção de moléculas presentes em fases líquidas e gasosas (FONSECA, 2013).

Historicamente a produção e uso de carvão ativado é bem remoto, sendo impossível definir sua origem (MANGUEIRA, 2014). Há registros de uso do carvão ativado desde 2.000 a.C., quando os egípcios purificavam a água utilizando-o. A partir de então, o carvão ativado foi se desenvolvendo e passou a ser utilizado para diversos fins (NASCIMENTO; STELA, 2015).

A primeira aplicação do carvão ativado no setor industrial ocorreu na Inglaterra em 1794, quando foi usado como agente de descoloração na indústria de produção de açúcar. Este evento marcou o início dos estudos do carvão ativado utilizado em fases líquidas (COUTO, 2009). Mas tarde no século XIX, os ingleses começaram a fazer uso do carvão ativado no tratamento de água, para remover os odores e gosto indesejáveis (CASAS, 2004).

O termo adsorção foi utilizado pela primeira vez em 1881 por Kayser para descrever a captação de gases por carvões. Na mesma época, R. Von Ostrejko descobriu os carvões ativados como são conhecidos atualmente e em 1901 patenteou dois diferentes métodos de produção, que hoje são a base dos processos de ativação física e ativação química utilizados industrialmente (CASTRO, 2009).

O maior desenvolvimento de carvões ativados surgiu mesmo durante a 1ª Guerra Mundial, quando os carvões ativados granulados eram utilizados em máscaras de gás (CENDOFANT, 2005). Durante esse período pesquisadores desenvolveram importantes aplicações de diversos fins para o carvão ativado. Após a década de 50, tornou-se comum o uso do carvão ativado para tratamento e purificação da água e no controle de emissão de poluentes (SCHETTINO, 2004). Atualmente Carvões Ativados são amplamente empregados em vários ramos da indústria, principalmente na área de controle de poluição e na purificação de produtos naturais e sintéticos.

No Brasil a produção do carvão ativado mostra-se insuficiente frente às suas reais demandas do país. O Brasil tem que importar o produto porque apresenta um elevado mercado consumidor, abrangendo desde as empresas de abastecimento de água potável à população, empresas de fármacos até as de transporte de gases, entre outras, com inúmeras formas de utilização (BORGES et al., 2003).

No ano de 2004 os valores da importação do carvão ativado chegaram aproximadamente a 3,2 mil toneladas, representando U\$ 6,5 milhões de dólares, já no ano de 2012 esse valor chegou próximo dos U\$ 20 milhões de dólares (6,5 mil toneladas). No ano de 2013 os valores chegaram a atingir aproximadamente 23,2 milhões de dólares (7,5 mil toneladas), deixando assim o Brasil com déficit na balança comercial para carvões ativados (MDIC ALICE WEB, 2014).

### **3.2 Produção do Carvão Ativado e material precursor**

O carvão ativado é obtido através de duas etapas básicas, a carbonização pela pirólise da matéria precursora e a ativação propriamente dita. Para Pereira (2013), o processo de carbonização em atmosfera inerte, também chamado de pirólise, tem o intuito de fazer a decomposição térmica do material precursor, eliminando componentes voláteis e outros elementos que não fazem parte do composto carbônico. Esse processo de carbonização deve ser estar acima do 500°C. Pode-se dizer que a carbonização consiste em aquecer ao abrigo do ar uma matéria-prima, até sua decomposição parcial e o resultado desse tratamento é a obtenção do carvão ativado, esse processo de carbonização que resulta no produto final como o carvão ativado é um processo que depende de tempo e temperatura.

No que diz respeito à ativação do carvão ativado é o processo subsequente a pirólise, consiste em submeter o material carbonizado a reações secundárias, visando o aumento da área superficial, exercendo uma etapa fundamental na qual é promovido o aumento da porosidade do carvão (SCHNEIDER, 2008). No que tange a ativação, existem dois processos para preparação de carvão ativado: ativação química e ativação física. A ativação química é conhecida como um método de único passo na presença de agentes químicos. Enquanto a ativação física envolve a

carbonização de um material carbonáceo seguida de ativação do carvão resultante na presença de agentes ativantes como CO<sub>2</sub> ou vapor (MOLETTA,2011).

O carvão ativado é um material produzido a partir de diferentes matérias-primas e com três tipos de classificação. De acordo com a *Internacional Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)*, os carvões são classificados em: microporosos com poros até 20 Å, mesoporosos com poros de 20 a 500 Å, macroporosos com poros acima de 500 Å.

As características do carvão são influenciadas, sobretudo, pelo material precursor e pelo método utilizado na sua preparação (WERLANG et al., 2013). O precursor pode ser de origem natural ou mesmo sintética, desde que tenha, em sua estrutura, uma grande quantidade de carbono, que lhe permita um bom rendimento (LIMA, 2015). Já Claudino (2003) destaca que a grande parte da produção mundial de carvão ativado é de origem vegetal. O seu rendimento depende da matéria-prima utilizada variando de 2 a 20%. O endocarpo de coco é uma das matérias-primas que possui um dos maiores rendimentos – 18 a 20% (BORGES et. al., 2003).

As características de um bom material precursor é aquele que possui um elevado teor de carbono em sua composição, como cascas de arroz, de nozes, carvões minerais, madeiras, ossos de animais, caroços de frutas, endocarpo de coco, grãos de café, entre outros. Os precursores do carvão ativado são materiais que se enriquecem durante o tratamento térmico, sem que haja fusão ou abrandamento que impeça a formação de microporos. Caso a porosidade dos precursores seja baixa, é necessário ativá-los (CLAUDINO, 2003).

Para Couto (2009), existe uma grande variedade de materiais carbonáceos que são utilizados com sucesso na produção de carvão ativado, sendo que os principais materiais utilizados industrialmente são a casca de coco, o carvão mineral e a madeira. No que tange a produção em escala comercial destacam-se as madeiras do pinus e do eucalipto e o endocarpo do coco-da-baía, como os principais precursores do carvão ativado no Brasil (WERLANG et al., 2013). Sendo que os mais utilizados e suas respectivas aplicações, estão descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Principais materiais precursores do Carvão Ativado e suas aplicações.

<b>Carvão Ativado</b>	
<b>Material Precursor</b>	<b>Aplicações</b>
Casca de coco e madeira de pinus Casca de arroz Carçoço de buriti Turfa Resíduos de café Serragem de <i>Eucalyptus</i> Resíduos de coco acerola e caju Resíduos de tectona grandis Resíduos vegetais	Tratamento de água, efluentes, redução de resíduos, tratamento de ar, fins farmacêuticos, cosmético e bebida.

Fonte: Autores, 2018.

De acordo com Pereira (2013), a escolha de um material precursor deve basear-se nos seguintes critérios:

- Baixo teor de componente inorgânico;
- Disponibilidade de baixo custo;
- Não sofrer degradação durante o armazenamento;
- Facilidade na ativação (alguns precursores ativam mais facilmente em relação a outros);
- Que conduza a bons adsorventes.

O carvão ativado pode se apresentar de dois tipos, do tipo carvão ativado granular (CAG) ou o carvão ativado pulverizado (CAP). O carvão ativado granular é o mais usado como meio filtrante para remover os contaminantes da água. O pulverizado é misturado no efluente para adsorver os contaminantes e filtrado em seguida para completa remoção da mistura. Estes dois tipos podem ser aplicados a uma grande variedade de sistemas de tratamento de água potável e efluentes (CASAS, 2004).

### 3.3 Tipo de Granulometria

Quanto à granulometria o carvão ativo costuma ser classificado em Carvão ativo em pulverizado (CAP) e carvão ativo granular (CAG). A granulometria de

acordo com a NBR 12075:1991 é o ensaio que consiste na passagem, por via úmida. O tamanho do carvão ativado depende do tipo de granulometria.

Para Diniz e Rocha (2016), a granulometria não vai afetar a área superficial, mas vai influenciar no tempo de contato necessário da amostra com o carvão para uma purificação efetiva. A análise granulométrica é feita através de peneiras de diferentes aberturas e que são padronizadas internacionalmente. Cada peneira tem um número de aberturas por polegada linear denominado “mesh”. Logo, quanto maior o “mesh”, maior o número de aberturas e, conseqüentemente, mais fino deverá ser o grão para que passe por ela. Sobre isso, Werlang et al. (2015), comenta que o controle da granulometria ao final da produção do carvão ativado pode ser feito por moagem, aglomeração ou classificação utilizando peneiras.

Assim, para materiais grosseiros, usa-se peneiras de baixo “mesh” e para finos usam-se peneiras com maior “mesh”. O sistema mais usado no Brasil é o sistema “Tyler”. Essas a abertura (mm) das peneiras da ASTM (mesh), utilizadas para a granulometria de carvões ativados estão descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Tipo de peneiras e abertura que determina a granulometria do carvão ativado.

Granulometria de Carvão Ativado					
Peneira (Mesh)	Abertura (mm)	Peneira (Mesh)	Abertura (mm)	Abertura (mm)	Abertura (mm)
3,5	5,56	18	1,00	80	0,177
04	4,76	20	0,84	100	0,149
05	4,00	25	0,71	120	0,125
06	3,36	30	0,59	140	0,105
07	2,83	35	0,50	170	0,088
08	2,38	40	0,42	200	0,074
10	2,00	45	0,35	230	0,062
12	1,68	50	0,297	270	0,053
14	1,41	60	0,250	325	0,044
16	1,19	70	0,210	400	0,037

Fonte: Adaptado de Baccan, 2011.

Vale ressaltar que, as aberturas menores que a malha 80 mesh já são consideradas como carvão ativado pulverizado. Sobre isso Mucciaccito (2010) que os carvões ativados do tipo pulverizados possuem tamanho predominantemente menor

que a malha 80 mesh (ASTM = 0,18 mm de abertura), e os granulados predominantemente maiores que a mesma malha.

### **3.4 Aplicação do carvão ativado**

Os carvões ativados são usados em processos para remover determinadas substâncias de um fluido, através do fenômeno da adsorção. Para Freitas e Bueno (2014) aplicação mais comum do carvão ativado são na elaboração de filtros para adsorção de gases e no tratamento de águas, onde o carvão se destaca por reter nos seus poros impurezas e elementos poluentes.

Essa tal aplicação se encontra associada ao fato de os mesmos serem detentores de grande porosidade, área superficial relativamente alta e grupos superficiais funcionais com uma grande afinidade para muitos adsorvatos. Ainda é ressaltado que se mostram capazes de adsorver moléculas de diferentes tamanhos, sem modificar a composição química das substâncias com as quais entra em contato (SALES, et al.,2015).

Atualmente, podem-se encontrar hoje diversas aplicações do uso do carvão ativado, tais como: na indústria, na purificação de líquidos, açucares, ácidos, produtos químicos, área alimentícia, farmacêutica, entre outras. Mas o maior mercado mundial do uso do carvão ativado é no tratamento de água potável ou de reuso. O carvão ativado é um ótimo produto para capturar impurezas que tenham em sua base o carbono e substâncias como cloro. Sobre isso Legner (2012) comenta que para cada aplicação você tem um tipo de carvão, em água potável é utilizado granular ou em pó, porém para água de reuso ou de descarte, o pulverizado, que atua na parte de lodo ativado.

### **3.5 Uso do carvão no tratamento de água**

O carvão ativado é utilizado no tratamento de água há muitos anos atrás, quando os egípcios e os sumérios utilizavam-no na remoção de impurezas da água consumida. Atualmente o carvão ativado tem como um dos seus principais usos o combate à poluição, seja ela gasosa ou líquida (CASAS, 2004).

De acordo Franco (2015), a aplicação do carvão ativado como substância adsorvente é bastante utilizado no tratamento de efluentes e no tratamento de água potável para o consumo humano. Nos métodos por adsorção existem substâncias que agem como adsorventes, fixando em sua superfície outras substâncias que produzem gosto, odor, matéria orgânica dissolvida e outros compostos orgânicos (CASAS, 2004).

A água destinada ao abastecimento público para o consumo humano é tratada de forma convencional na estação de tratamento de água (ETA), com o objetivo de adequar as características físicas químicas e biológicas da água bruta, porém muita das vezes precisa de um tratamento complementar (FERNANDES, 2010). Atualmente o carvão ativado tem sido usado como uma etapa complementar ao tratamento de água convencional, para remoção de substâncias indesejáveis de cor, odor e sabor, como metil-isoborneol (MIB), geosmina, agrotóxicos e cianotoxinas (DANTAS et al., 2009).

No tratamento de efluentes, o carvão se destaca especialmente na remoção de metais pesados dos efluentes industriais e sólidos em suspensão dos efluentes domésticos (FERNANDES, 2010). Por possui uma elevada área superficial porosa, além de remover as substâncias que produzem gosto, odor cor e matéria orgânica dissolvida, remove também fenóis, nutrientes (fosfatos, nitratos), sólidos em suspensão, matéria orgânica não biodegradável etc. (DUARTE, 2011).

O uso do carvão ativado no tratamento de água ocorre através da filtração das impurezas presentes na água, podendo ser utilizado os dois tipos, na forma granulada (CAG) e pulverizada (CAP) (RIBEIRO, 2011). Sobre o carvão ativado pulverizado Ferreira e Marchetto (2006), ressaltam que a aplicação do CAP diretamente em água para abastecimento público se constitui em melhor alternativa para a remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor na água. Já, Casas (2004) destaca, as vantagens no processo de tratamento de efluentes com relação à aplicação do CAG, a sua principal vantagem é que, dependendo da variabilidade das características do efluente bruto, é possível corrigir a dosagem de CAP de tal forma a maximizar a eficiência de remoção de um adsorvato qualquer.

Já o CAG é aplicado no tratamento de água após a filtração ou como meio filtrante. Também podendo sendo utilizado especificamente em filtros com a finalidade de tratar efluentes e purificar a água, principalmente de forma artesanal (FERREIRA; MARCHETTO, 2006).

### 3.5.1 Padrão de potabilidade

Na água que utilizamos para beber e para higiene podem existir organismos patogênicos e seja pela ingestão, ou por contato, podemos contrair algumas doenças de veiculação hídrica. Por isso, que água que chega aos consumidores deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. As normas e o padrão de potabilidade da água foram instituídos pela portaria nº 56/ 1977, que se constituiu na primeira legislação federal sobre a potabilidade de água para consumo humano editado pelo MS (FREITAS; FREITAS, 2005).

No ano 2000, entrou em vigor a portaria nº 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, que definia os valores máximos permissíveis para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas, que podem ser tolerados nas águas de abastecimento (BRASIL, 2004).

Atualmente está em vigor a portaria nº 2914 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

No que diz respeito o padrão de potabilidade a Portaria 2914/11 em seu art.5º inciso terceiro define que é conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano.

Nota-se por meio dessa definição para que uma água seja considerada potável, deve-se atender ao padrão de potabilidade, que envolve padrões estabelecidos para parâmetros físicos, químicos, microbiológicos, organolépticos, cianobactérias /cianotoxinas e radioatividade.

De acordo com a Portaria 2914/11, a verificação da potabilidade é dividida em classes de análises, sendo as mais frequentes as análises físico-químicas e as análises bacteriológicas. Dessa forma, a água apropriada para o consumo humano, deve ser livre de quaisquer organismos que possam causar enfermidades e de substâncias orgânicas e inorgânicas que causam efeitos fisiológicos adversos no organismo. Água potável, segundo a Portaria nº 2914 de 12 Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, deve está em conformidade com o padrão microbiológico da água para consumo humano como apresentado na Tabela 3:

Tabela 3: Padrão microbiológico da água para consumo humano.

<b>Água de Consumo Humano</b>	
<b>Parâmetros</b>	<b>VMP <sup>(1)</sup></b>
<b>Água para consumo humano <sup>(2)</sup></b>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100 ml
<b>Água na saída do tratamento</b>	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês.
	Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml.

Fonte: Adaptado, da Portaria 2914/2011.

*Notas: (1) valor máximo permitido, (2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras e (3) a detecção de Escherichia coli deve ser preferencialmente adotada.*

No que tange o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, a Portaria 2914/11 em seu anexo VIII, determina que o valor máximo permitido de composto inorgânico na água, como, o cobre é de 2 mg/L. Ainda a Portaria 2914/11 em seu artigo 44º dispõe que sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem, em conjunto, elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

É importante ressaltar que, quando necessário, os estados e municípios devem elaborar normas estaduais e municipais complementares à legislação nacional, contemplando suas especificidades locais e explicitando determinados aspectos relacionados à normatização de potabilidade de água.

### 3.5.2 Resolução do Conama

Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras Providências.

A água utilizada para consumo é a água doce, que é classificada, pela resolução 357/2004 do CONAMA da seguinte forma Tabela 4:

Tabela 4: Classificação das águas doces.

Classes	Classificação de Água Doce
	Destinação
I Classe Especial- água Destinada:	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;</li> <li><b>b)</b> à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.</li> </ul>
II Classe 1 - águas destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;</li> <li><b>b)</b> à proteção das comunidades aquáticas;</li> <li><b>c)</b> à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);</li> <li><b>d)</b> à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película;</li> <li><b>e)</b> à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana</li> </ul>
III Classe 2 - águas destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;</li> <li><b>b)</b> à proteção das comunidades aquáticas;</li> <li><b>c)</b> à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);</li> <li><b>d)</b> à irrigação de hortaliças e plantas</li> </ul>

Tabela 4: Classificação das águas doces- continuação.

	frutíferas; <b>e)</b> à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à Alimentação humana;
IV Classe 3 - águas destinadas:	<b>a)</b> ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; <b>b)</b> à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; <b>c)</b> à dessedentação de animais.
V Classe 4 - águas destinadas:	<b>a)</b> à navegação; <b>b)</b> à harmonia paisagística; <b>c)</b> aos usos menos exigentes.

Fonte: Adaptada da Resolução Conama 357/2005.

Vale salientar que além da Resolução Conama 357/05 classificar a água doce, no seu art.14º, 15º, 16º e 17º a mesma define os padrões de qualidade e os parâmetros cada classe de água doce. No que diz o parâmetro de qualidade da água a referida resolução em seu art. 2º inciso vinte oito define como substância ou outros indicadores representativos da qualidade da água.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O material e métodos utilizados nesta pesquisa para realizar uma revisão de literatura de estudos publicados sobre a eficiência do carvão ativado quando aplicado no tratamento de água, serão representados a seguir.

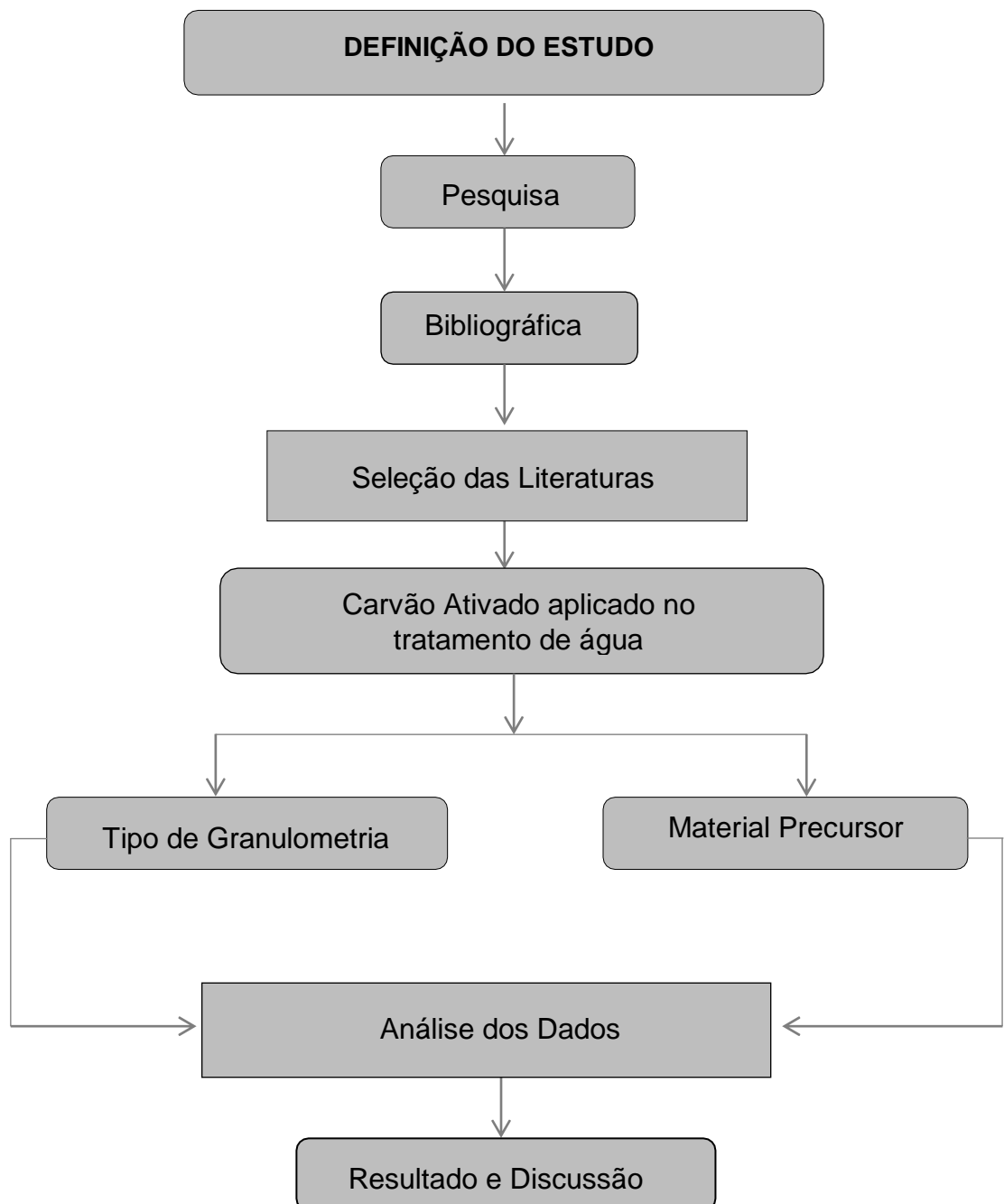


Figura 1: Fluxograma das principais etapas da pesquisa.  
Fonte: Autores, 2018.

#### 4.1 Tipo de estudo

Trata-se de uma revisão de literatura disponível sobre o carvão ativado e sua aplicação para tratamento de água. Para Fogliatto (2007), é aquela que reúne ideias oriundas de diferentes fontes, visando construir uma nova teoria ou uma nova forma de apresentação para um assunto já conhecido. Para tanto, o estudo os preceitos de um estudo exploratório, através de uma pesquisa bibliográfica, que segundo Lakatos e Marconi (2001).

“[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. [...] e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...]”.

A escolha desse método foi por oportunizar um embasamento científico que permitisse através de pesquisas já realizadas, compreender o universo da aplicabilidade do carvão ativado, principalmente para tratamento de água e sua eficiência quanto material adsorvente.

Para o desenvolvimento da pesquisa e melhor compreensão do tema, esta pesquisa foi elaborado a partir dos registros, análise e organização dos dados bibliográficos, instrumentos que permite uma maior compreensão e interpretação crítica das fontes obtidas.

#### 4.2 Coleta de dados

A referida coleta de dados foi realizada no período de Dezembro de 2017 a Março de 2018. Dividiu-se nas seguintes etapas:

##### **1ª Etapa: Seleção dos dados**

Para realizar a seleção dos dados fez-se um levantamento de publicações disponíveis nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico, no período compreendido entre início de 2000 e final de 2017, no idioma português. A pesquisa

teve também como ferramenta embasadora, material já publicado sobre o tema; artigos científicos, trabalho de conclusão de curso, dissertações e teses.

## 2ª Etapa: Compilação

Essa etapa foi feita análises em cada título, resumo e palavras chave para selecionar apenas daqueles que respondiam os objetivos do trabalho e seguiu a seguinte premissa:

- i) Leitura Exploratória de todo o material selecionado (leitura rápida que objetiva verificar se a obra consultada é de interesse para o trabalho);
- ii) Leitura Seletiva (leitura mais aprofundada das partes que realmente interessam);
- iii) Registros das informações extraídas das fontes em instrumento específico estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Palavra-chave, número de publicações pesquisadas e Informações extraídas.

<u>Coleta de Dados</u>		
Palavra Chave	Nº de Publicações	Informações Extraídas
Carvão Ativado e Tratamento de Água	30 publicações	Tipo de trabalho
		Ano de publicação
		Região de publicação
		Material precursor
		Tipo de granulometria
		Tipo de carvão ativado
		Tipo de água a ser tratada
		Eficiência do carvão ativado

Fonte: Autores, 2018.

### **4.2.1 Análises dos Dados**

Para análise dos dados foi realizada uma leitura analítica de 30 publicações de fontes secundárias, com a finalidade de ordenar e resumir as informações contidas nas fontes, tendo como foco a questão norteadora proposta.

Em seguida os dados foram digitados e armazenados em planilha e os resultados analisados por meio do emprego de ferramenta da estatística descritiva (MILONE, 2004). Logo após isso, foram gerados tabelas, gráficos e mapas de frequência considerando cada artigo como uma amostra.

### **4.3 Aspectos Éticos**

Houve um comprometimento em citar os autores utilizados no estudo respeitando a norma brasileira regulamentadora 6023 que dispõe sobre os elementos a serem incluídos e orienta a compilação e produção de referências. Os dados coletados foram utilizados exclusivamente com finalidade científica.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obtenção de dados foram selecionadas 30 publicações relacionadas com tema carvão ativadas aplicado no tratamento de água. Os dados apresentados foram extraídos de artigos científicos com 53% (N=16), dissertação com 27% (N= 08), tese com 13% (N= 04), trabalho de conclusão de curso com 7% (N= 2) (Figura 2).

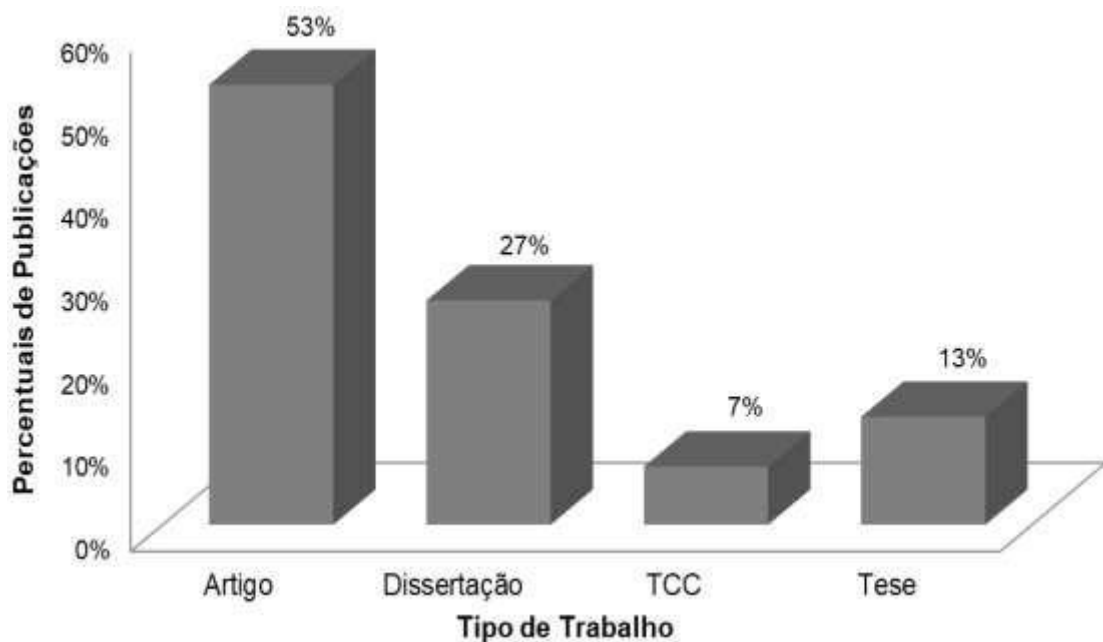


Figura 2: Percentuais de publicações de acordo com o tipo de publicações entre os anos de 2000 a 2017.

Fonte: Autores, 2018.

No que concerne os trabalhos de foram retirados os dados, a maioria foi de artigo científico, seguido de dissertações, tese, trabalho de conclusão de curso. Sobre a maioria dos dados serem retirados de artigos científicos é justificável por se tratar de um instrumento que além de contribuir significativamente para o desenvolvimento da sociedade a partir da percepção crítica e das buscas por paradigmas sociais, também tem papel fundamental na transmissão de novos conhecimentos. Os artigos científicos, assim como, outros tipos de publicações ainda são consideradas como o modo mais rápido e economicamente viável, para os pesquisadores fazerem circular e tornar visíveis os resultados do seu trabalho (ARAÚJO, 2014).

Entre os anos de 2000 a 2017, dados apontam que houve um aumento de publicações sobre a temática em estudo, sendo que os anos de 2009 e 2016 obtiveram maior número de publicações com 05 (16,7%) cada um. Todavia, com relação ao ano de 2017 não foi encontrada nenhuma publicação (Figura 3).

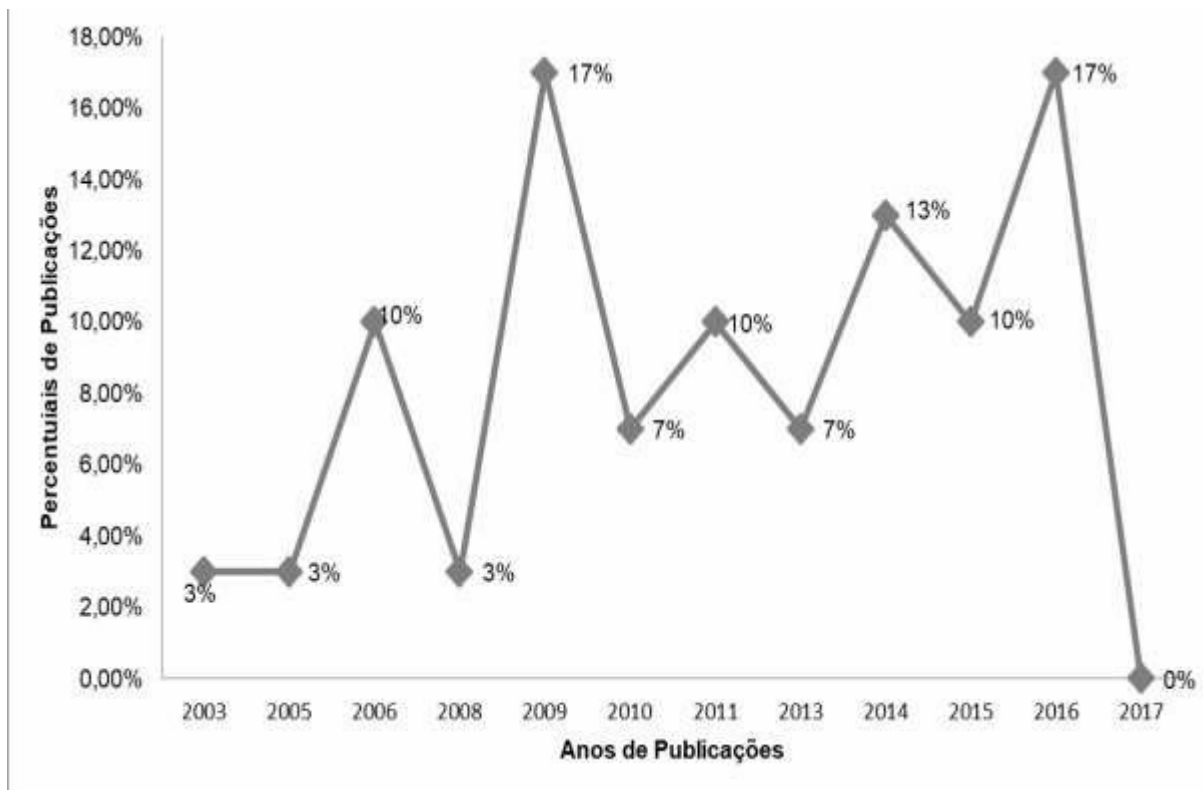


Figura 3: Percentuais de publicações por ano sobre carvão ativado aplicado no tratamento da água entre os anos de 2000 a 2017.

Fonte: Autores, 2018.

Os dados analisados evidenciam que, os anos com maiores publicações foram os anos de 2009 e 2016, ambos com 16,7% das publicações. O terceiro com ano número de publicação foi o ano de 2014 com 13,3% das publicações, seguido dos anos 2006, 2011 e 2015 ambos com 10,0% de publicações. Sabe-se que o uso do carvão ativado vem crescendo muito desde os anos 70 quando surgiu uma maior pressão das autoridades sanitárias em relação ao tratamento e qualidade da água que é distribuída aos consumidores. Sobre isso, Cubas et al. (2009), comenta que nos últimos anos a tecnologia de produção de carvões ativados evoluiu significativamente. Porém, as publicações sobre tal assunto ganhou notoriedade a partir do ano 2000 e entre os anos 2006 a 2016 essas publicações ficaram mais

intensas, devido ao fato do carvão ativado ser solução para os problemas ambientais em razão do seu poder de adsorção. O carvão ativado é usado em uma infinidade de áreas com o objetivo de remover cor e odor de determinados materiais por meio da adsorção (SCHMIDT, 2011).

A frequência de publicações por regiões no país com relação ao uso do carvão ativado aplicado no tratamento de água (Figura 4) apontam a região Sul e Sudeste com 40% publicações cada, a região Nordeste com 13% publicações e a Norte com apenas 07% publicações, a região Centro- Oeste não apresentou nenhuma publicação.



Figura 4: Percentuais de publicações sobre carvão ativado aplicado ao tratamento de água por região entre os anos de 2000 a 2017.

Fonte: Autores, 2018.

A análise do resultado no número de publicações por regiões no Brasil no que se refere ao tratamento de água com o uso do carvão ativado, indicam uma grande

superioridade das regiões Sul e Sudeste com 40% publicações cada, juntas tem percentual de 80% dos estudos publicados. Em seguida aparece à região Nordeste bem mais distante com quatro publicações, equivalente a 13,% e por último vem a região Norte com apenas duas, equivalendo 07% do total de publicações.

A superioridade nos índices de publicações das regiões Sul e Sudeste em relação às demais regiões, faz referência à distribuição espacial das atividades de pesquisa científica realizadas no Brasil. Onde segundo Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016), o padrão regional da distribuição das publicações científicas e dos pesquisadores é concentrado nas regiões Sul e Sudeste.

Outro fato que pode estar relacionado a isso é o material precursor do carvão ativado. Sendo que de acordo com os dados do IBGE (2015) a região Sul e Sudeste se destaca como as principais produtoras madeireiras da silvicultura, principalmente de Pinus e Eucalipto. As madeiras do Pinus e do Eucalipto são produzidos em grande escala das regiões Sul e Sudeste em decorrência da produção de celulose ser forte nessas regiões. Aliado a isso, está o incentivo a pesquisa científica e maiores investimentos do governo federal, por conta dos melhores e mais conceituados centros universitários do país estar localizados nessas regiões e isso as torna fortes em pesquisa como, por exemplo, a do carvão ativado no tratamento de água. O que não ocorre nas regiões Norte e Nordeste que apresentaram os menores índices de publicações, apesar de nos últimos anos terem surgido novas alternativas de materiais precursores, como, casca e sementes de frutos oriundos dessas regiões para produção de carvão ativado, todavia, a falta de incentivo para tipo de pesquisa científica ainda é o grande gargalho, pois os recursos são limitados, por isso esse número de publicação não é muito significativo. Neste sentido Trigueiro (2001) afirma que as cinco Regiões Brasileiras são marcadas por desigualdades tanto na organização do espaço como na distribuição dos recursos para pesquisa, principalmente onde as universidades sobrevivem às dificuldades. E esses baixos investimentos se fazem notar quando se comparam dados como distribuição dos grupos de pesquisa, pesquisadores, número de mestres e doutores e programas de pós-graduação, entre as regiões brasileiras.

No que se refere ao material precursor utilizado na produção do carvão ativado aplicado no tratamento de água (Figura 5), a madeira se destaca onde está presente em 47% das publicações seguidos do Endocarpo de Coco com 13% das publicações e a somatória de outros materiais alternativos 40% .

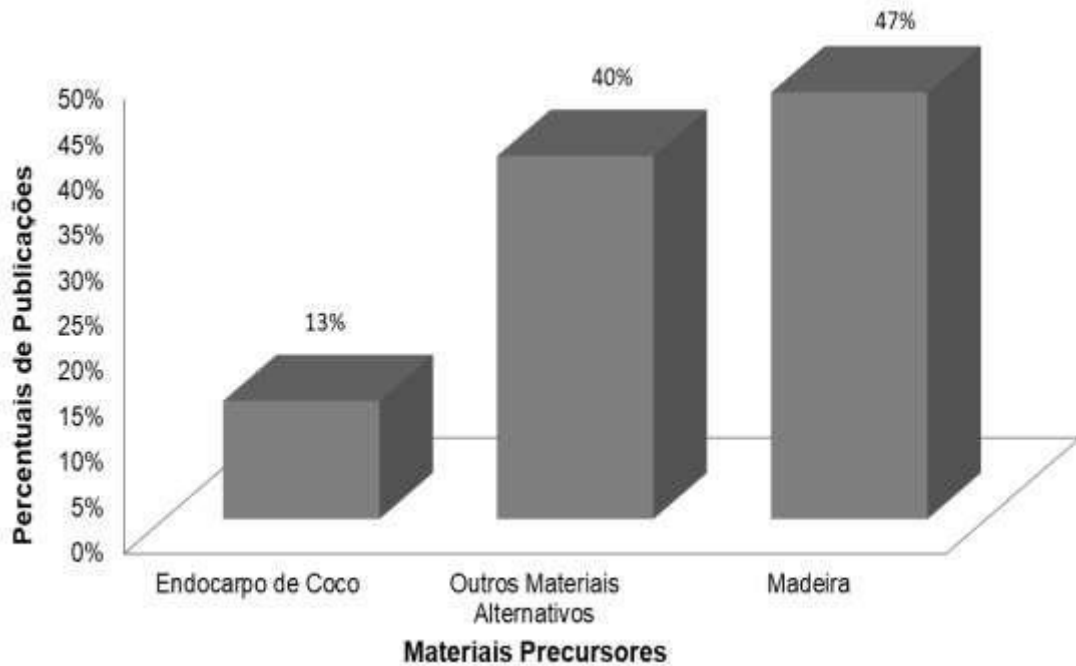


Figura 5: Percentuais de publicações de acordo com materiais precursores para produção do carvão ativado aplicado ao tratamento de água, entre os anos de 2000 a 2017.  
Fonte: Autores, 2018.

Os dados apresentados no gráfico acima, demonstram o maior uso da madeira como materiais precursores do carvão ativado nas publicações analisadas, dos 30 trabalhos 14 apresentam a matéria prima como material precursor equivalente a 47% do estudo. A superioridade do uso da madeira ficou evidente como o material precursor mais utilizado para produção de carvão ativado aplicado no tratamento de água, porém os estudos não especificaram qual foi o tipo de madeira, mas de acordo Werlang et al. (2013) os principais precursores do carvão ativado produzido em escala comercial são as madeiras do pinus, eucalipto, acácia entre outras. E este estudo sugere que o grande uso da madeira para esse fim, deve-se ao fato desse material ser mais propícios para esse tipo de carvão, assim como, é o que se encontra em grande quantidade em todas as regiões brasileiras. Como ressalta Couto (2009) que os materiais vegetais, principalmente aqueles que contêm celulose como é o caso da madeira, mostram potencialidade na adsorção de diversos poluentes, além serem acessíveis, são fontes ricas para a produção de carvão ativado devido ao seu baixo teor de cinzas e durabilidade. Mesmo com o alto valor

da matéria prima, a madeira é ainda o principal material precursor na produção do carvão ativado no país. É importante destacar que quanto mais porosa for à madeira, maior é a capacidade do carvão de reter poluentes.

Logo após aparece o uso do Endocarpo de Coco com 13% e os demais dozes materiais precursores representam em torno de 40% dos trabalhos apresentado na pesquisa. Esses novos materiais precursores destacados no estudo começaram a ser utilizados na medida em que houve a necessidade de encontrar outras matérias primas mais acessíveis e mais baratas que as matérias primas tradicionais. Segundo Fernandes (2008), a fabricação do carvão ativado é por vezes de alto custo devido à origem e o valor da matéria prima, sendo assim existe um crescente interesse na busca de materiais alternativos de baixo custo que possam ser utilizados na produção de carvão ativado. Dentre essas fontes alternativas começam a se destacar o Endocarpo de Coco, sementes, caroços de frutos e outros produtos com alto teor de carbono.

No que diz respeito à granulometria do carvão ativado (Figura 6), 29% das publicações apresentaram granulometria de 100  $\mu\text{m}$ , 25% com granulometria de 50  $\mu\text{m}$ , 13% com granulometria de 25  $\mu\text{m}$ , as granulometrias 200  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$  e 05  $\mu\text{m}$  representam 6% cada e os 16% é a somatória das demais granulometrias.

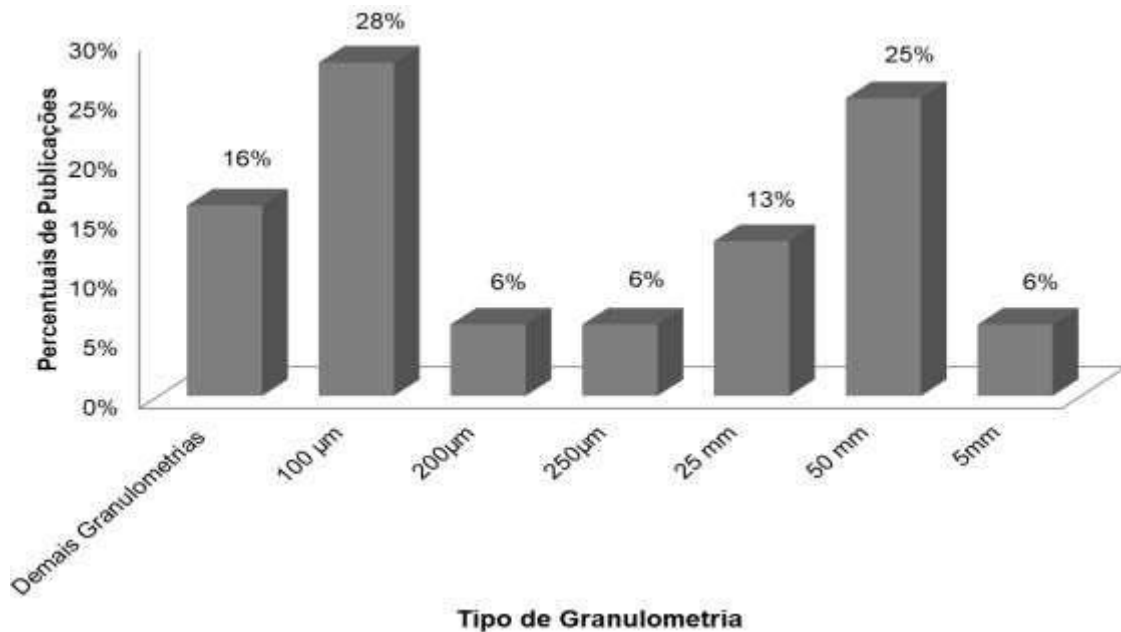


Figura 6: Percentuais de publicações de acordo com a granulometria do carvão ativado aplicado ao tratamento de água, entre os anos de 2000 a 2017.  
Fonte: Autores, 2018.

Como se observa por meio dos dados, dentre os dois tipos granulometrias do carvão ativado abordada nas publicações a de 100  $\mu\text{m}$  foi a mais utilizada para o tratamento de água. O estudo supõe que utilização deste tipo granulometria está relacionada ao tipo de carvão, por tratar do carvão ativado pulverizado (em pó) que é o mais recomendado para tratamento de água. A respeito disso, Rubim (2015) argumenta que o carvão ativado do tipo pulverizado é amplamente utilizado no Brasil, com aplicação principal em sistemas de tratamento de água, para remoção de gosto e odor em águas potáveis municipais e no tratamento de efluentes. Vale ressaltar, que maioria dos estudos fez uso do carvão do tipo pulverizado no tratamento do abastecimento de água para o consumo humano junto às estações de tratamento de água com a finalidade de eliminar patógenos, e também usadas no tratamento de compostos químicos em decorrência de sua eficácia. Sobre tal assunto Nascimento (2015), diz que o uso do carvão ativado a partir 100 $\mu\text{m}$  dependendo do tempo de aplicação garante maior eficácia no processo por garantir com mais rapidez o equilíbrio de adsorção, conseguindo eliminar mínimas impurezas, sendo eliminado pelo processo de filtração e sedimentação mais tarde. E outro tipo de granulometria que se destacou foi o de granulometria de 50 mm que corresponde o tipo de carvão granular também aplicado no tratamento de água, em maior parte para o abastecimento do consumo humano, tratamento de efluentes contendo compostos químicos, sólidos e matéria orgânica. Para Casas (2004), a aplicação do carvão granulado é mais eficaz no tratamento de certas substâncias por possuir uma área superficial bem maior que o pulverizado. No mais, o diâmetro da granulometria pode ser ou não eficaz no dependendo do tratamento, uma vez, que se trata de experimentos. Foram abordados nos estudos outros tipos de granulometria, tanto granular, quanto pulverizado, tais como, 350  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 80 mm, 50 mm, 40 mm, 30 mm, 25 mm, 20 mm, 10 mm e 6 mm, 5mm, e 0,8m e 0,6mm,

Quanto ao tipo do carvão ativado aplicado ao tratamento de água (Figura 7), o carvão ativado do tipo granular aparece em 18 (56%) das publicações, o carvão ativado do tipo pulverizado em 14 (44%).

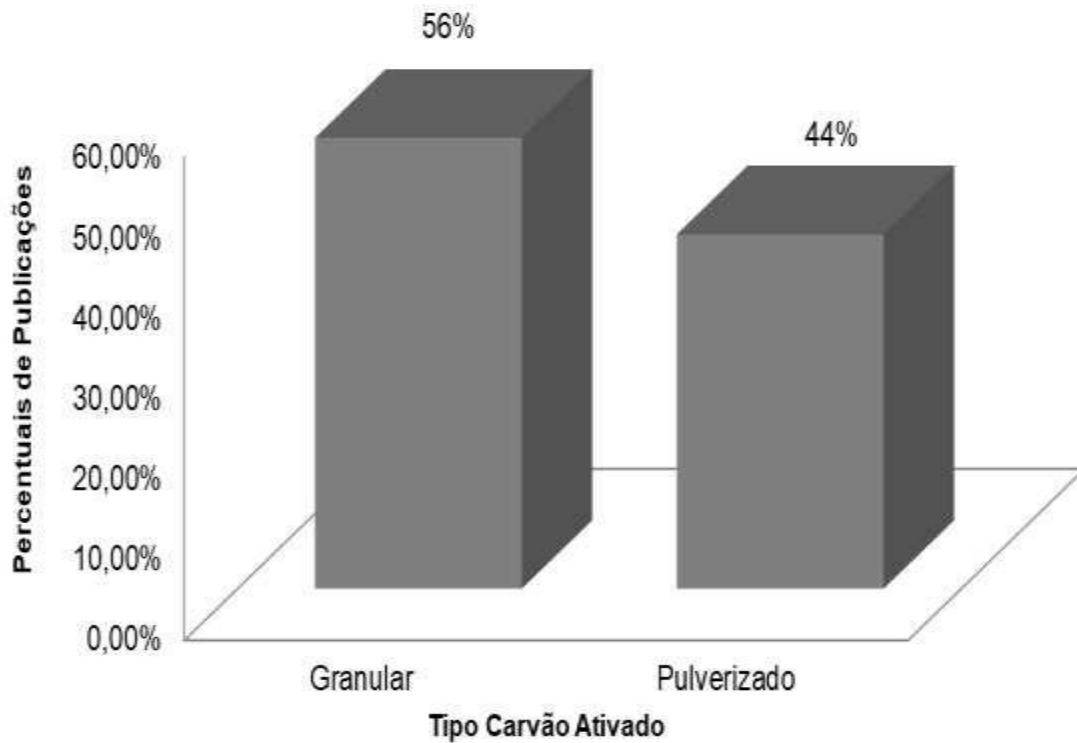


Figura 7: Percentuais de publicações de acordo com o tipo de carvão aplicado ao tratamento de água entre os anos de 2000 a 2017.  
Fonte: Autores, 2018.

Nota-se, o tipo de carvão ativado mais aplicado nos estudos analisados foi do tipo granular. A preferência pelo uso do carvão ativado granular é muita em decorrência de suas características apresentadas, como alta capacidade de adsorver compostos poluentes sejam eles, do ar ou do meio líquido como no tratamento de água apresentado no estudo. Para Nascimento (2015) o que leva a escolha do carvão ativado granular em experimentos, principalmente no tratamento de água, é por possui área superficial maior que o pulverizado, poros mais evidentes em sua estrutura e composição química de sua superfície.

No que se refere o tipo de água a ser tratada com o carvão ativado (Figura 8), a maioria das publicações abordavam sobre a água de abastecimento com 16% (N=6), seguido de água com efluentes industriais, água com resíduos domésticos e água com cobre com 8% (N=3) cada uma, água com fármacos residuais, água eutrofizada, água com íon de cloreto e água com ferro com 6% (N=2) cada uma, 13 tipos de água restante apresentaram apenas 3% (N=1) cada uma.

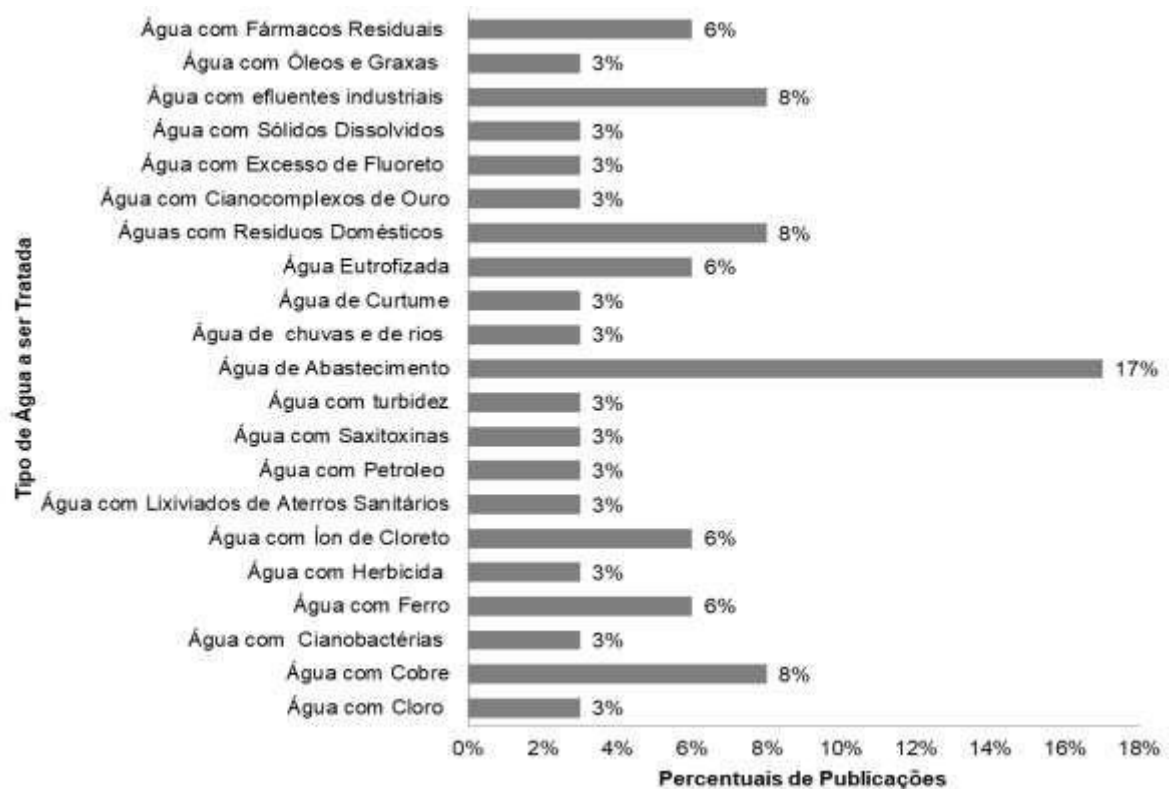


Figura 8: Percentuais de publicações de acordo com o tipo de água a ser tratada com carvão ativado entre os anos de 2000 a 2017.

Fonte: Autores, 2018.

Observa-se que, a água de abastecimento foi o tipo de água mais tratado por meio do carvão ativado, isso se deve ao fato da água de abastecimento estar muito vulnerável aos micropoluentes que são conhecidos como contaminantes emergentes. De acordo com Arias (2013), os contaminantes emergentes, tais como, compostos farmacêuticos e produtos de uso pessoal, indicadores de atividade antrópica, subprodutos industriais, estão disseminados no meio ambiente, assim como, na água de abastecimento. Galindo et al. (2012) complementa que é possível identificar alguns impactos importantes de natureza antrópica que podem interferir na qualidade das águas de abastecimento, bem como na saúde da população usuária. Por essa razão isso virou uma preocupação constante, pois são inúmeros os riscos que o consumo de água não tratada pode ocasionar a saúde. E uma das alternativas para o tratamento dessa água é o uso do carvão ativado, por se tratar de um material com alta porosidade e possuir uma capacidade adsorção que elimina as moléculas causadoras de gosto, odor e cor indesejáveis, além de remover substâncias orgânicas dissolvidas na água. A adsorção em carvão ativado tem sido

usada como uma etapa complementar ao tratamento de água convencional, pois é um dos adsorventes mais eficientes (PEREIRA, 2013).

Além, da água de abastecimento, outros tipos de água tratada por meio do carvão ativado que também aparecem com percentuais consideráveis de publicações, como, água com efluentes industriais, água com resíduos domésticos, água com cobre. Em seguida, aparece água com fármacos residuais, água eutrofizada, água com íon de cloreto, água com ferro e os outros tipos de água citadas com um percentuais bem menor de publicações foram, água com óleos e graxas, água com sólidos dissolvidos, água com excesso de fluoreto, água com cianocomplexos de ouro, água de curtume, água de chuva e de rios, água com turbidez, água com saxitoxinas, água com petróleo, água com lixiviados de aterros sanitários, água com herbicidas, água com cianobactérias, água com cloro.

Em referência a eficiência do carvão ativado para melhorar a qualidade da água (Figura 9), a maioria das publicações afirmaram que o tratamento da água por meio carvão ativado foi eficiente sim com 67% (N=20), outras afirmaram que teve certa eficiência sim, mas precisa melhorar com 23% (N=07), já 7% (N= 2) afirmaram que esse tratamento não foi eficiente e 3% (N=1) afirmaram que esse tratamento teve pouca eficiência.

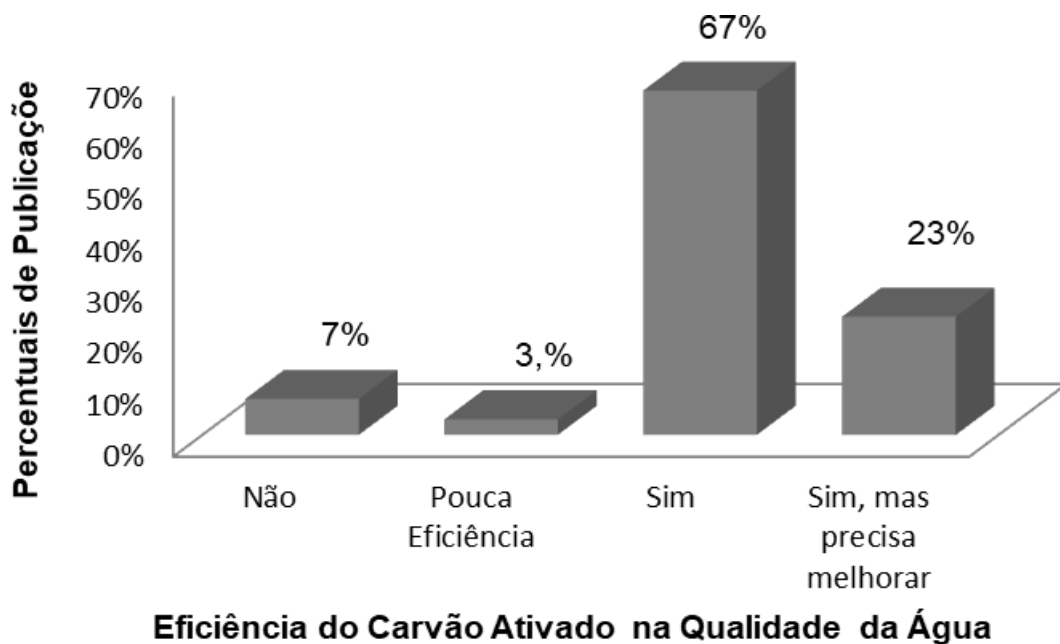


Figura 9: Percentuais de publicações de acordo com a eficiência do carvão ativado na qualidade da água entre os anos de 2000 a 2017.  
Fonte: Autores, 2018.

Das 30 publicações analisadas, 20 afirmaram positivamente em seus resultados que aplicação do carvão ativado foi eficiente para melhorar a qualidade da água. E isso é notável no estudo de Pereira (2013) que ao realizar o tratamento de água de abastecimento (consumo humano) por meio do carvão ativado do caroço de açai (*Euterpe oleracea*), melhorou os parâmetros turbidez e coliformes totais da água. Já nos estudo de Guimarães et. al. (2014), o filtro com leito de carvão ativado granular de casca de coco de dendê foi eficiente no tratamento físico de água de efluente industriais, devido à sua estrutura microporosa que proporciona uma robusta capacidade de adsorção. E no estudo de Cordeiro, Lima e Cantanhede (2016) o carvão ativado do caroço do pequi foi eficiente na remoção de uma quantidade considerável de íons de  $\text{Cu}^{2+}$  em solução aquosa, melhorando assim a qualidade da água.

Em contrapartida, 07 publicações afirmaram em seus estudos que aplicação do carvão ativado teve certa eficiência, mas precisa melhorar no que diz respeito a qualidade da água. Como por exemplo, no estudo de Teles e Furtado (2015) que ao aplicarem o carvão ativado do caroço de manga para o tratamento de água de abastecimento (consumo humano) afirmaram que o resultado foi eficiente onde apenas o parâmetro pH não atingiu o padrão de potabilidade de acordo com Portaria MS 2.914/2011, mas precisa melhorar alguns pontos, como, o aumento da quantidade de carvão ativado no filtro ou passar a água mais de uma vez pelo filtro. Nos estudos de Veronezi et. al. (2009), que aplicaram o carvão ativado de madeira e do osso no tratamento da água para remoção de saxitoxinas resultados mostraram que esse tratamento não foi eficiente o bastante para atingir o valor máximo permissível de  $3\mu\text{g/L}$  da remoção de saxitoxinas.

Quanto a não eficiência do carvão do ativado duas publicações afirmaram que o carvão ativado não foi eficiente para melhorar a qualidade da água, mas isso pode está relacionado ao tipo de material precursor, o tipo de ativação, o tipo de granulometria e a quantidade de carvão ativado utilizado. No que tange a quantidade do carvão ativado no tratamento de água, a mesma faz uma grande diferença, uma vez que, é um dos fatores determinantes na eficiência do carvão ativado, um bom exemplo que corrobora com essa assertiva é o estudo de Freitas e Bueno (2014) onde explicam que para obter eficiência no tratamento de água com carvão ativado a estação de abastecimento Kanamachi (Tokyo) aumentou em quatro vezes a

quantidade de carvão ativado utilizado no processo de purificação para melhorar a qualidade da água. A respeito da pouca eficiência do carvão ativado apenas uma publicação afirmou que por meio do carvão ativado foi pouco eficiente para melhorar a qualidade da água.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que há um grande interesse da comunidade acadêmica sobre o tema carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água. Já que, os problemas ambientais são diversos e necessita-se de soluções urgente como respostas às exigências ambientais impostas pelo nível da qualidade da água, tornando-se necessário buscar os desenvolvimentos de novas tecnologias capazes de eliminar os contaminantes presentes na água.

Porém, quando se analisa acerca dos anos onde ocorreram maiores percentuais de publicações, observa que ainda há certa carência de publicações sobre tal temática, pois somente os anos foram os anos de 2009 e 2016 se destacaram. Havendo um decréscimo de publicações no ano de 2017 sobre tal temática.

No que tange as regiões com maiores percentuais de publicações, o que se nota que o maior interesse nesse tema ainda é dos pesquisadores da região Sudeste e Sul do Brasil, pois justamente essas regiões estão localizadas os estados que sediam as universidades públicas mais desenvolvidas e consolidadas no cenário acadêmico nacional.

No que diz respeito, o material precursor para produção do carvão ativado a madeira ainda é o material precursor mais utilizado, em razão da mesma ser encontrado em grande quantidade em todas as regiões brasileiras. Vale salientar que o material precursor é um dos fatores determinantes para a eficiência do carvão ativado, principalmente no tratamento de água.

Quando se leva em consideração a eficiência do carvão ativado para melhorar a qualidade da água, é notório que o carvão ativado foi eficiente na maioria dos estudos analisados, uma vez que, conseguir melhorar alguns parâmetros da água, como, turbidez e coliformes totais. Dessa forma, estudo possibilitou ampliar um pouco mais do entendimento sobre a importância do carvão ativado e sua aplicação no tratamento de água, do mesmo modo que permitiu identificar que necessita que sejam realizadas novas pesquisas sobre esse tema, pois isso irá contribuir para a melhoria na qualidade da água. Assim, recomenda-se um maior investimento com pesquisa, já que tipo de estudo ainda é muito limitado, principalmente nas regiões onde o registro da mesma ainda é pouco conhecido.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M.T.B. O compromisso das Instituições de Ensino Superior com a produção e divulgação do conhecimento científico. Revista de Ciências Médicas e Biológicas, v. 13, n. 3- especial, 2014. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br>. Acesso em: 02 de Março de 2018.

ARIAS, D.A. Contaminantes Emergentes, seus efeitos no Meio Ambiente e desafios para novos mecanismos de purificação de água. Ciências do Ambiente-Unicamp, 2013. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12075: Carvão ativado pulverizado - Determinação granulométrica - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. NBR 6023: informação e documentação, referências, elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BARBOSA, C.S. SANTANA, S.A.A.S. BEZERRA, C.W.B.B. SILVA, H.A.S. Remoção de compostos fenólicos de soluções aquosas utilizando carvão ativado preparado a partir do aguapé (*Eichhornia crassipes*): estudo cinético e de equilíbrio termodinâmico. Química Nova, vol.37 no.3 São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 518, de 25 de Março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de mar. 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.

BORGES, R.M.; MINILLO, A. ;LEMOS H.F.A.P. ;TANGERINO,E.P. Uso de filtros de carvão ativado granular associado a microrganismos para remoção de fármacos no tratamento de água de abastecimento. IN Eng. Sanit Ambient | v.21 n.4 | out/dez 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457>. Acesso em: 02 de Março de 2018.

BORGES, F. M.; SILVA, F. P.; CARVALHO, M. C.; GUALBERTO FILHO, A. Desenvolvimento e criação de uma unidade produtiva de carvão ativado. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23., 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: UFOP, 2003. Disponível em: [www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003). Acesso em: 06 de Março de 2018.

CASAS, A. L. Tratamento de Efluentes Industriais Utilizando a Radiação Ionizante de Acelerador Industrial de Elétrons e por Adsorção com Carvão Ativado. Estudo Comparativo. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações). Universidade de São Paulo. 2004. Disponível. [www.iaea.org/inis/collection](http://www.iaea.org/inis/collection). Acesso em: 10 de Março de 2018.

CASTRO, C. S. Preparação de carvão ativado a partir de borra de café: uso como adsorvente e como suporte catalítico para a remoção de poluentes orgânicos em meio aquoso, 2009. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, 2009. Disponível em: [repositorio.ufla.br](http://repositorio.ufla.br). Acesso em: 10 de Março de 2018.

CENDOFANTI, A. C. Minimização de resíduos de um processo de carvão ativado e de goma resina, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental)- Universidade Federal do Paraná, 2005. Disponível em: [livros01.livrosgratis.com.br.pdf](http://livros01.livrosgratis.com.br.pdf). Acesso em: 10 de Março de 2018.

CLAUDINO, A. Preparação de carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br>. Acesso em: 10 de Março de 2018.

CORDEIRO, M.L.S.; LIMA, B.A.V. CANTANHEDE, L.B. Aplicação de carvão obtido a partir do caroço do pequi (*Caryocar brasiliense*) para a remoção de íons de cobre (Cu<sup>2+</sup>) em sistemas aquosos. In 56º Congresso Brasileiro de Química, 2016. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos>. Acesso em: 03 de Março de 2018.

COUTO, G. M. Utilização da Serragem de *Eucalyptus* sp. na Preparação de Carvões Ativados. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras. Lavras - Minas Gerais, 2009. Disponível em: [repositorio.ufla.br](http://repositorio.ufla.br). Acesso em: 16 de Março de 2018.

CUBAS, K. G.; SANTOS-JUNIOR G.J.; PAGIORO, T.A.; ASSIS, L.M. Avaliação do desempenho de carvões ativos usados na remoção de composto orgânicos de água naturais proveniente de cianobactérias e suas toxinas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais - Número 14 - Dezembro/2009. Curitiba-PR. 2009. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br>> Acesso em: 05 de março de 2018.

DANTAS, A.B. PASCHOALATO, C.F.P.R. BALLEJO, R.R. BERNARDO, L. Pré-oxidação e adsorção em carvão ativado granular para remoção dos herbicidas Diuron e Hexazinona de água subterrânea. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.14, n.03. 2009. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/esa/v14](http://www.scielo.br/pdf/esa/v14). Acesso em: 05 de março de 2018.

DINIZ, R.G. ROCHA, N.R.A.F. Efeito da granulometria de carvão ativado e do tempo de decantação na remoção de Las1. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduando

em Engenharia Ambiental)- Universidade de Rio Verde – UniRV. 2016. Disponível em: [www.unirv.edu.br](http://www.unirv.edu.br). Acesso em: 05 de março de 2018.

DUARTE, M.A.C. Tratamento de água para consumo de reservatório eutrofizado através de pré e interoxidação, adsorção em carvão ativado e dupla filtração, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Universidade de São Carlos, 2011. Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br). Acesso em: 16 de Fevereiro de 2018.

FERREIRA FILHO, S. S.; MARCHETTO, M. Otimização Multi-objetiva de Estação de Tratamento de Águas de abastecimento: remoção de turbidez, carbônico orgânico total e gosto e cor. Engenharia Sanitária e Ambiental, p.7-15, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2018.

FERNANDES, F., L. Carvão de Endocarpo de Coco da Baía Ativado Quimicamente com  $\text{ZnCl}_2$  e Fisicamente com Vapor d'água: Produção, caracterização, modificações químicas e Aplicação na adsorção de íon cloreto, 2008. Tese (Doutorado em Química). João Pessoa – PB. 2008. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br>. Acesso em: 16 de Fevereiro de 2018.

FRANCO, C.S. Sistema Alternativo de Água em Escala Descentralizada, 2015. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistema Agrícola)- Universidade Federal de Lavras, 2015. Disponível em: [repositorio.ufla.br](http://repositorio.ufla.br). Acesso em: 05 de março de 2018.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano-desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. Ciência & Saúde Coletiva. 10, v.4, p.993-1004, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/.pdf>. Acesso em: 16 de Março de 2018

FREITAS,L.C.S.;BUENO,S.M. Carvão Ativo: Breve histórico e estudo de sua eficiência na retenção de fármacos. Revista edição atual, 2014. Disponível em: [http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/14-06\\_RBCIAMB-N14-Dez\\_2009-Materia04\\_artigos219.pdf](http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/14-06_RBCIAMB-N14-Dez_2009-Materia04_artigos219.pdf). Acesso em: 05 de Março de 2018.

FOGLIATTO, Flavio. Organização de Textos Científicos, 2007. Disponível em:<<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/14>. Acesso em: 16 de Março de 2018.

FONSECA, A.C.C. Produção de carvão ativado utilizando como precursor borra de café e sua aplicação na adsorção de fenol. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Ambientais) Universidade Federal do Paraná-UTFPR,2013. Disponível em: [repositorio.roca.utfpr.edu.br](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br). Acesso em: 25 de Fevereiro de 2018.

GALINDO, H.V.C. SILVA, G.L. DUARTE, A.D. SILVA, R.F. Identificação de contaminantes emergentes em reservatórios de água para abastecimento humano: estudo de caso: reservatório de Taquara -Caruaru-PE. In XXXII Encontro Nacional

de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

GUIMARÃES, P.L.F. OLIVEIRA, R. AMORIN, M. ARAÚJO, M.C. RODRIGUES, A.C.L. Tratamento de águas amarelas em leito filtrante intermitente de carvão ativado. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.13, n.5, dez. 2014. Disponível em: [cascavel.ufsm.br/revistas](http://cascavel.ufsm.br/revistas). Acesso em: 05 de Março de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2015. IBGE: Rio de Janeiro.

LEGNER, C. O uso de carvão no processo de tratamento de água. Revista TAE, no dia 03 de Outubro de 2012. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

LIMA, R. V. Carvão Ativado de Resíduos de Tectona Grandis, 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras. Lavras - Minas Gerais, 2015. Disponível em: [repositorio.ufla.br](http://repositorio.ufla.br). Acesso em: 10 de Fevereiro de 2018.

MARTINS. R.H.C. Elaboração de Mapas Cartográficos. 2018.

MANGUEIRA, E.S.V. Produção de Carvão Ativado a partir de Endocarpo de Coco da Baía (*Coco nucifera*) aplicado ao processo de adsorção do Herbicida de Metribuzin. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, 2014. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/tede/5539>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

MILONE, G. Estatística Geral e Aplicada. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2004.

MOLETTA, N.R. Caracterização e aplicação de carvão ativado produzido a partir de biomassa Amilácea. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Ambientais) Universidade Federal do Paraná-2011. Disponível em: [Tecnologia em Processos Ambientais /1/252/1](http://www.tecnologiaemprocessosambientais.com.br/1/252/1). Acesso em: 25 de Fevereiro de 2018.

MUCCIACITO, J.C. Conceitos e aplicações do carvão ativado. Revista Tae publicado em 14 de Julho de 2010. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/294-noticias>. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2018.

MDIC ALICE WEB. Balança comercial para carvões ativados. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br/> Acesso em: 12 de Março de 2018.

NASCIMENTO, I.J.; STELA, E.R. Ativação físico-química do carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*. In II Encontro anual de Iniciação Científica da UNESPAR. 2015. Disponível em: [www.fecilcam.br/eventos/index.php](http://www.fecilcam.br/eventos/index.php). Acesso em: 05 de Março de 2018.

NASCIMENTO, P.F.P. Aproveitamento de resíduos sólidos contendo metais originados do processo de pirólise de Biomassa para Adsorção de CO<sub>2</sub>, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, 2015. Disponível em: repositório. ufrn.br:8080. Acesso em: 05 de Março de 2018.

OMS. Organização mundial da saúde. Disponível em: <http://www.paho.org/bra/index>. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2018.

PEREIRA, E.N. Carvão do caroço de açaí (Euterpe oleracea) ativado quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) e sua eficiência no tratamento de água para o consumo. Grupo Pedagógico e Apoio ao Desenvolvimento Científico. Moju, 2013. Disponível em: <http://estatico.cnpq.br>. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2018.

RUBIM, C. Carvão Ativado. Revista e Portal Meio filtrante. Ano XIV - Nº 75 - Julho/Agosto de 2015. Pesquisa disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2018.

SALES, P.F. BERTOLI, A.C. PINTO, F.M. MAGRIOTIS, Z.M. Produção, Caracterização e Aplicação do Carvão Ativado Obtido a partir do Sabugo de Milho: A Busca pelo Reaproveitamento de um Resíduo Agroindustrial. Revista Virtual de Química, v.07, n.04, 2015. Disponível em: <http://rvq-sub.s bq.org.br>. Acesso em: 10 de Março de 2018.

SCHETTINO JUNIOR, M. A. Ativação química do carvão de casca de arroz utilizando NaOH, 2004. Dissertação (Mestrado Física) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória – ES. 2004. Disponível em: <http://docplayer.com.br/4559337>. Acesso em: 10 de Março de 2018.

SCHMIDT, C.G. Desenvolvimentos de Filtros de Carvão Ativado para remoção de cloro da água potável. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br>. Acesso em: 21 de Dez. 2016.

SCHNEIDER. E.L. Adsorção de compostos fenólicos sobre carvão ativado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná -2008. Disponível em: Acesso em: 05 de Fevereiro de 2018.

SIDONE. O.J. G, HADDAD. E. A MENA-CHALCO. J. P. A Ciência nas Regiões Brasileiras: Evolução da Produção e das Redes de Colaboração Científica. Publicação no volume 28, número 1, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acessado em 08 Março de 2018.

TELES I.M. O; FURTADO, D.M.S. Elaboração de um filtro oriundo do caroço da manga no tratamento e qualidade da água obtida para consumo humano, 2016. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. João

Pessoa/PB, Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br.pdf>. Acesso em: 10 de Out. de 2016.

TRIGUEIRO, M. G. S. A Comunidade Científica, o Estado e as Universidades, no atual estágio de Desenvolvimento Científico Tecnológico. *Sociologias*, ano 3, n. 6, p. 30-50. Porto Alegre: jul./dez. 2001.

UPAC. Global availability of information on agrochemicals. 2011. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/469.htm>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

VERONEZI, M.V. GIANI, A. MELO, C.S. GOME, L.L. LIBÂNIO, M. Avaliação da remoção de saxitoxinas por meio de técnicas de tratamento das águas de abastecimento. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol.14 nº.2 Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 27 de Fevereiro de 2018.

WERLANG, E.B. SCHNEIDER, R.C.S. RODRIGUEZ, A.L. NIEDERSBERG, Produção de carvão ativado a partir de resíduos vegetais. *Revista Jovens Pesquisadores*, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 1, p. 156-167, 2013. Disponível em: <https://online.unisc.br>. Acesso em: 27 de Fevereiro de 2018.