

1º

LUGAR

CATEGORIA  
ENSINO MÉDIO



Edivan Nascimento Pereira, 19 anos

Escola Estadual de E. M. Profª. Ernestina Pereira Maia  
Moju - PA

## CARVÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea*) ATIVADO QUIMICAMENTE COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO (NaOH) E SUA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA O CONSUMO

### RESUMO

O consumo de água nos bairros periféricos da cidade de Moju/PA realiza-se diretamente da torneira, sem o tratamento adequado. Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo produzir carvão ativado com o caroço de açaí para ser utilizado em velas de filtro simples ajudando no processo de tratamento da água para consumo. Assim, produziu-se o carvão pelo processo químico de ativação que envolveu duas fases principais: a impregnação de 2 kg do caroço de açaí em 2 l de solução ativante em concentração comum de 40g/l de hidróxido de sódio (NaOH) e água, por conseguinte o processo de pirólise da amostra em forno de barro para a ativação. Além disso, foram realizadas análises de parâmetros físico-químico e microbiológico em amostras de água tratadas com o carvão produzido e carvão industrializado. Observou-se, que o carvão produzido reduziu significativamente os valores de todos os parâmetros analisados e estão de acordo com o padrão de potabilidade da água estabelecido pelo Ministério da Saúde (MS, 2005). Concluiu-se, que a utilização do novo carvão ativado é uma forma eficiente de tratamento da água para consumo humano, auxiliando na prevenção de inúmeras doenças e contribuindo para uma melhor qualidade de vida da população local.

Palavras-chave: caroço de açaí. Processo químico. Carvão ativado. Tratamento de água.

### 1. INTRODUÇÃO

A água tem influência direta sobre a saúde, à qualidade de vida e desenvolvimento do ser humano. É um dos elementos indispensáveis à sobrevivência, sendo uma das principais substâncias ingerida pelo ser humano. A água doce corresponde a 1% de toda a água do planeta e, em seu estado natural, representa um dos componentes mais puro, porém, esta característica vem se alterando e hoje ela é um importante veículo de transmissão de inúmeras doenças (CUBAS, 2010).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), todas as pessoas em quaisquer estágios de desenvolvimento socioeconômico têm direito de ter acesso a um suprimento adequado e seguro de água potável. Segundo a Organização Panamericana da Saúde (OPAS/ 2001), cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são veiculadas pela água contaminada por microorganismos patogênicos (OMS/ 2009). Isto se deve ao fato de apenas 30% da população mundial ter acesso a água tratada e os outros 70% terem poços como fonte de água, facilitando, assim sua contaminação. Segundo os registros do Ministério da Saúde (MS/ 2004), no ano de 2004 foram registrados cerca de 2,4 milhões de casos de diarreia no Brasil, e considera-se que a água seja responsável por 60% das internações hospitalares por diarreia no país. Sendo a grande maioria das vítimas crianças menor de cinco anos.

Sendo uma necessidade absoluta para a vida, a água deve ter uma qualidade apropriada, livre de quaisquer organismos que possam causar enfermidades, de minerais e substâncias orgânicas que causam efeitos fisiológicos adversos. De acordo com a portaria nº. 518 do ano de 2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004), define-se como água para consumo humano aquela livre de *Escherichia Coli* ou Coliformes Totais, sendo recomendada sua ausência em 100 ml de água e com concentração reduzida de substâncias orgânicas e inorgânicas.

Em anos recentes, vários estudos relataram a produção de carvões ativados (CA) a partir de resíduos tais como sementes de frutas, bagaço de cana-de-açúcar, restos de couro, pneus etc. O carvão ativado (CA) é um material carbonáceo e poroso preparado pela carbonização e ativação de substâncias orgânicas, principalmente de origem vegetal. São utilizados extensamente para a adsorção de poluentes em fases gasosas e líquidas, como suporte para catalisadores, na purificação, de vários composto, no tratamento de efluentes (BRUM, 2007).

A utilização de carvões ativados como adsorventes data de milhares de anos, quando os egípcios, por volta de 1.550 a C., empregavam o carvão de madeira para a purificação de água para fins medicinais. No entanto em 3.750 a C., este

já era utilizado na redução de cobre, zinco e estanho, na manufatura de bronze e também como combustível doméstico (CLAUDINO, 2003).

Um maior desenvolvimento de carvões ativados surgiu durante a Primeira Guerra Mundial, quando os carvões granulados eram utilizados em máscaras de gás. No entanto, foram nos últimos 50 anos que a tecnologia de produção de carvões ativados evoluiu significativamente (CUBAS, 2010).

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, visto que o carvão ativado através da sua porosidade tem a capacidade de purificar a água, seja para fins potáveis ou para fins industriais.

Assim, sua ação elimina cor, odor, mau gosto, remove substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas na água através do mecanismo da adsorção (FERNANDES, 2010).

O consumo de água nos bairros periféricos da cidade de Moju/Pa, bem como nas comunidades ribeirinhas próximas da cidade é realizado, em sua maioria diretamente da torneira sem o tratamento adequado, realizando uma simples filtração, sem nenhuma preocupação com os riscos que o consumo de água não tratada pode ocasionar a saúde.

Por outro lado, o município de Moju, é um dos principais municípios do Baixo Tocantins produtores de açaí (*Euterpe oleracea*), com safra estimada em 200 ton./mês (TEXEIRA et al, 2006). Entretanto, o resíduo gerado com o beneficiamento do fruto, que é a casca e o caroço é tido como lixo e por isso é desperdiçado nas feiras livres da cidade e amontoados em sacas pelas ruas da mesma, visto que no município não há nenhuma política pública para o aproveitamento desse resíduo.

Frente à problemática apresentada, a presente pesquisa teve o objetivo de produzir carvão ativado a partir do reaproveitamento do caroço de açaí por meio do processo químico de ativação com a finalidade de utilizá-lo como material filtrante da água para o consumo.

## 1.1 HIPÓTESES

A utilização do carvão ativado produzido com o caroço de açaí em velas de filtro simples é uma forma eficiente de tratamento de água.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Produzir carvão ativado a partir do caroço de açaí a fim de utilizá-lo no tratamento de água para o consumo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar qualitativamente a água consumida pela amostra em estudo;
- Verificar as formas de tratamento da água realizadas pela amostra em estudo;
- Fazer a ativação do carvão pelo processo químico de ativação com o Hidróxido de Sódio (NaOH);
- Realizar análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água antes e depois do tratamento com o carvão ativado produzido;
- Comparar a eficiência do carvão ativado produzido com o carvão ativado industrializado;
- Mostrar mais uma maneira de reaproveitamento do caroço de açaí.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CAROÇO DE AÇAÍ

O açaí é uma das frutas de maior valor sócio-econômico-cultural para a população da região amazônica, em específico à população paraense. Entretanto, o seu principal produto é o seu fruto de onde se extrai o “vinho do açaí” que para muitas famílias é o alimento principal do dia-a-dia. O seu fruto é arredondado de 1 a 2 cm de diâmetro e um peso médio de 0,8 a 2,3g, seu epicarpo é de cor violácea-púrpura quase negra e muito fino, tem apenas 1 a 2 mm de espessura. O epicarpo e o mesocarpo constituem a parte comestível do fruto (TEIXEIRA et al, 2006).

O caroço do açaí constituem cerca de 83% do fruto é formado por um pequeno endosperma sólido ligado a um tingimento que na maturidade é rico em celulose, heme celulose e cristais de insulina, antes é rico em lipídios. Um epicarpo fibroso, rico em sílica e um endocarpo pouco lenhoso.

Dessa forma, o caroço de açaí é um material orgânico rico em carbono. Segundo Teixeira et al (EMBRAPA, p.21), o caroço do açaí é uma fonte rica em carbono, apresentando teor acima de 48%. Assim, faz com que esse resíduo seja bastante utilizado como ingrediente na compostagem ou na produção de adubo orgânico.

O Pará é um dos Estados líder no plantio e na produção de açaí. O seu beneficiamento gera anualmente 93.521 toneladas de caroço. Na tabela abaixo, está apresentado à produção anual de açaí por município no estado.

TABELA 1: Locais de maior produção de açaí no Pará

Município	Quantidade (ton./ano)
Cametá	34.987
Limoeiro do Ajuru	15.254
Ponto de Pedras	10.600
Igarapé-Miri	9.000
Abaetetuba	8.500
Moju	2.800

Fonte: IBGE- Produção extrativista vegetal, anuário 2000.

O resíduo restante do processo de beneficiamento do açaí, como caroço é um material de difícil decomposição em virtude de apresentar auto teor de lignina. Esse teor oscila de 11,5% a 24% (Teixeira et al,2006). Assim, o caroço de pode torna-se um problema ambiental.

## 2. 2 CARVÃO ATIVADO (CA)

O carvão ativado (CA) é uma substância carbonácea inerte, obtida geralmente de substâncias com auto teor de carbono, como osso, casca de coco, sementes e casca de fruta, madeira, carvão mineral e polímeros sintéticos (CAUDINO, 2003).

Segundo Claudino (2003), carvão ativo ou carvão poroso é o nome dado a materiais carbonáceo que possuem grande capacidade de adsorção, conferida pelo elevado volume dos poros, e, portanto, elevada área específica. Assim, a área específica dos carvões ativados pode variar entre 500 e 300 m<sup>2</sup> /g dependendo do tamanho e da distribuição dos poros no material.

Durante a ativação a área superficial aumenta com a oxidação dos átomos de carbono, podendo, o carvão apresentar área superficial superior a 3000m<sup>2</sup>/g, após passar pelo processo de ativação (FERNANDES, 2010).

### 2.2.1 Características do carvão ativado

O carvão ativado é um material carbono e de alta porosidade e com alta área superficial interna e essas características lhe oferecem a propriedade de alta adsorção (FERNANDES, 2010). Conforme Claudino (2003), o carvão ativado é um excelente adsorvente, com alta capacidade de adsorção, muito usado para

purificar, desintoxicar, desodorizar, filtrar, descolorir, declorificar e remover uma gama de materiais líquidos e gasosos.

As características mais importantes dos carvões ativados são área superficial, estrutura dos poros, propriedades eletroforéticas e acidez superficial, essas características dependem da fonte do carvão ativado e dos métodos de ativação (FERNANDES, 2010).

### 2.2.2 Produção de carvão ativado

Cerca de 400.000 toneladas de carvão ativado são produzidas anualmente no mundo. Essas toneladas são obtidas a partir de um milhão de toneladas precursores diferentes. O carvão ativado pode ser encontrado comercialmente na forma granular (CAG) e na forma física pulverizada (CAP) (FERNANDES, 2010).

Os carvões ativados granulados e pulverizados são utilizados para a adsorção tanto em correntes líquidas quanto gasosas. Para se obter máxima eficiência do uso do carvão ativado granulado recomenda-se observar as condições de projeto de filtro (MULLER, 2008) .

No Brasil os precursores mais utilizados na produção de carvão ativado são madeira, osso, casca de coco e carvão betuminoso e sub-betuminoso. No processo de produção do carvão ativado, a matéria prima é submetida aos processos de carbonização e ativação (FERANDES, 2010).

De acordo com Cubas (2010), a carbonização consiste na pirólise do material precursor na ausência de ar a temperatura superior a 473K. Nesta etapa são removidos os compostos voláteis e gases leves como CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, e é produzida uma massa de carbono fixo e uma estrutura porosa primária que posteriormente irá a ativação. A taxa de aquecimento, a temperatura fina, o fluxo de gás de arraste e a natureza de matéria-prima são parâmetros importantes que iram determinar a qualidade e o rendimento do carvão ativado.

Conforme Brum (2007), ativação visa o aumento da área superficial de carvão proporcionando, desse modo, o aumento da sua porosidade. O propósito do processo de ativação é o controle das características básicas do material como distribuição de poros, áreas superficiais específicas, a resistência mecânica, etc.

O processo de ativação pode ser de forma química ou física:

- Ativação química: consiste na impregnação de agentes ativantes como Cloreto de Zinco (ZnCl<sub>2</sub>), Ácido Fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), Hidróxido de Sódio (NaOH), etc., no material não carbonizado, onde estes agentes

proporcionarão a formação de ligações cruzadas, tornando o material menos propenso a volatilização quando aquecido a temperatura elevada (FERNANDES, 2010).

- Ativação física: consiste na reação do carvão com vapores de água, CO<sub>2</sub> ou uma mistura de gases após a carbonização. Para tanto, os gases são injetado na estrutura do carvão (FERNANDES, 2010).

Após a produção, os grãos do carvão pode apresentar diferentes poros. Estes são definidos segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada -IUPAC em; mesoporos, com diâmetro entre 2 e 50nm; microsporos secundários, apresentando diâmetro entre 0,8 e 2nm; microsporos primários, apresentando diâmetro menor que 0,8nm (CLAUDINO, 2013).

### 2.2.3 Uso de carvão ativado no tratamento de água

O tratamento de água para o abastecimento público é um conjunto de processos e operações com o objetivo de adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, visando consumo humano (CUBAS, 2010).

A água é a substância líquida mais consumida pelo ser humano e o constitui cerca de 70%. Assim é uma necessidade absoluta para a sobrevivência de qualquer ser vivo. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2009), a água tem influência direta na promoção da saúde e qualidade de vida do ser humano, dessa forma, todas as pessoas em qualquer estágio de desenvolvimento socioeconômico tem direito de ter acesso a um suprimento adequado e seguro de água potável.

Dessa forma, a água apropriada para o consumo humano, deve ser livre de quaisquer organismo 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 abaixo:

TABELA 2: Padrão microbiológico da potabilidade da água.

Parâmetros	VMP
<b>Água para consumo humano</b>	
Escherichia Coli Coliformes Totais	Ausência 100ml
<b>Água na saída do tratamento</b>	
Coliformes Totais	Ausência 100ml

Fonte: Ministério da Saúde (Portaria nº 2914, 2011)

Segundo Cubas (2001), a maioria de substâncias causadoras de sabor, cor, odor, mutagenicidade e toxidade como agroquímicos, geosmina, MIB e cianotoxina em geral, pode ser adsorvida em carvão ativado. Entretanto, não se pode afirmar que qualquer tipo de carvão ativado irá adsorver qualquer substância orgânica indesejável na água.

A adsorção em carvão ativado tem sido usada como uma etapa complementar ao tratamento de água convencional. É um dos adsorventes mais eficientes. Existem basicamente duas formas físicas de carvão ativado: Carvão ativado pulverizado (CAP) e carvão ativado granular(CAG) (FERNANDES, 2010). Conforme Claudino (2003), aplicação de carvão ativado pulverizado (CAP) diretamente para o tratamento de água se constitui em uma melhor alternativa para remoção de compostos orgânicos causadores de gosto, cor e odor na água. Já a aplicação do carvão ativado granular (CAG) é recomendada sua utilização após a filtração ou como meio filtrante da água.

A utilização de carvões ativados no processo de tratamento da água data de milhares de anos, quando os egípcios, por volta de 1550 a.C., empregavam o carvão de madeira para a purificação da água para fins medicinais e de potabilidades (CLAUDINO, 2003).

### 2.3 HIDRÓXIDO DE SÓDIO

O hidróxido de sódio, ou soda cáustica, é um sólido branco, muito higroscópico, inorgânico, comercializado na forma escamas, pó, perolas, micro pérolas. Apresenta massa específica de 2,12g/ml, ponto de fusão de 318,4° C e ponto de ebulição de 1390°C / (SILVA, 2012).

De acordo com Silva (2012), o hidróxido de sódio que tem a fórmula química NaOH e uma típica base de Arrhenius, pois quando dissociado em água, libera hidroxila (OH). A soda caustica, do latim causticus, que significa queimar, é uma base forte com auto poder corrosivo, podendo causar graves queimaduras em contato com a pele.

A fabricação do hidróxido de sódio é de extrema importância para diversos segmentos da indústria. Esta base é considerada como uma das mais importantes, pois, além de ser usada para a produção de tecidos e papel, participa como insumo na fabricação de diversos produtos (SILVA, 2012).

O uso das soluções de NaOH datam do século XVIII, porém o pioneirismo da fabricação industrial do hidróxido de sódio sólido comercial e atribuída ao processo

LeBranc (1953). O químico francês Nicolas LeBranc (1742-1953) é o inventor do processo de fabricação da soda cáustica a partir do sal marinho. Sua invenção foi feita em decorrência de um concurso nacional patrocinado pela academia Real das Ciências da França, em 1781. Na época, a França importava 2/3 das matérias primas para a fabricação dos álcalis. Este processo consiste na calcinação do carvão e sulfato de sódio, obtidos a partir da reação de cloreto de sódio com ácido sulfúrico e calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), resultando na produção de carbonato de sódio, industrialmente conhecido como barrilhas. Por conseguinte, o hidróxido de sódio é então obtido mediante uma caustificação pela cal, que só é possível devido ao fato do carbonato de cálcio ser praticamente insolúvel em água (SILVA, 2012).

O Hidróxido de sódio vem sendo muito utilizado como agente químico ativante na produção de carvão ativado. Na ativação química o precursor é impregnado com agente ativador. Este agente químico ativante tem a capacidade desidratante que influencia na decomposição por pirólise, inibindo a formação de betuminosos no interior dos poros, contribuindo assim para desenvolvimento de microporos, mesoporos e macroporos (CUBAS, 2010).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS

A presente pesquisa iniciou-se no primeiro semestre do ano de 2012, em 13/01/2012, e concluída no segundo bimestre do mesmo ano em 22/10/2012. A pesquisa foi iniciada com a revisão bibliográfica em livros de literatura específica, artigos e revistas, bem como pesquisa realizada na internet. Esta primeira etapa da pesquisa foi realizada na biblioteca e laboratório de informática do Centro de Pesquisa e Apoio ao Desenvolvimento da Educação Matemática e Científica – CPADC (Clube de Ciências de Abaetetuba), bem como na utilização do acervo do Grupo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico de Moju – GPADC (Clube de Ciência de Moju).

#### 3.2 PESQUISAS DE CAMPO

Seguidamente, aconteceu à pesquisa de campo. Nesta etapa foi realizada a aplicação de 100 (cem) formulários à população do bairro da periferia do município de Moju/Pa, no caso o bairro Parolândia, formulários este contendo perguntas a cerca da qualidade da água abastecida à população e das formas de tratamento realizadas. O bairro Parolândia, localiza-se na zona leste da cidade de Moju/Pa, cuja população é sempre acometida por inúmeras doenças veiculadas à

água contaminada, salientando que o referido bairro é carente de Infra-estruturar e saneamento básico.

### 3.3 PESQUISA EXPERIMENTAL

#### 3.3.1 Produção de carvão ativado do caroço de açaí

Foi coletado 2 kg de caroço de açaí em feiras públicas da cidade de Moju. A amostra coletada, por apresentar resíduo do processo de beneficiamentos para obtenção do vinho do açaí, foi lavada em água corrente e posteriormente secada (desidratada) em estufa com temperatura de 50 °C por 5 horas.

Para ativação química, primeiramente preparou-se a solução ativante. Dessa forma, pesou-se 80g do agente ativante Hidróxido de Sódio ( $\text{NaOH}$ ) em balança analítica do laboratório multidisciplinar do Centro de Pesquisa e Apoio ao Desenvolvimento da Educação Matemática e Científicas de Abaetetuba- CPADC e, mediu-se 1L de água, dissolveu-se o agente ativante na água e formou-se a solução ativante na qual foi adicionando a amostra de caroço de açaí desidratada que foi deixado em contato por 24 horas.

Para o processo de pirólise, a amostra de caroço de açaí impregnada com o ativante químico Hidróxido de Sódio ( $\text{NaOH}$ ), foi secada em estufa a 50 °C durante 6 horas. Depois da secagem, a amostra de caroço de açaí foi introduzido em um forno simples de barro e carbonizado a uma temperatura aproximadamente de 400 °C por 3 horas, na ausência de oxigênio para evitar a queima total do carvão ativado. Após, o carvão ativo, foi resfriado, lavado várias vezes em água corrente para a retirada do excesso do agente químico ativante e, novamente, feito o processo de secagem, logo em seguida a pulverização, utilizando-se um liquidificador para tal procedimento. Depois de pulverizado o carvão ativado produzido foi acondicionado em uma vela de filtro simples para posterior uso nos testes da qualidade da água. Estes procedimentos foram realizados no Centro de Pesquisa e Apoio a Educação Matemática e Científica de Abaetetuba - CPADC / Clube de Ciências do Município de Abaetetuba – CCIA.

#### 3.3.2 Análise físico-químico e Microbiológica da água

O carvão ativado produzido foi utilizado no tratamento de água. Para tanto, utilizou-se duas velas de filtro simples (uma preenchida de carvão ativado industrializado a outra acrescida de 68,2g do carvão ativado produzido).

Foram coletadas 3 (três) amostras de água. A primeira amostra não passou por

nenhum tipo de tratamento; a segunda amostra foi tratada com carvão ativado industrial e a terceira amostra foi tratada em vela de filtro simples acrescida de carvão ativado pulverizado produzido com o caroço de açáí.

Além disso, foram realizadas análises de parâmetros físico-químicos e microbiológico, como Ferro, Turbidez e Coliformes Totais em 3 (três) amostras de água, totalizando 9 (nove) análises. As amostras de água foram coletadas às 7:00h, no período da manhã na avenida principal do bairro Parolândia na cidade de Moju-Pa.

As amostras foram coletadas em garrafas de plástico de água mineral com capacidade para 300 ml com tampas e roscas previamente esterilizadas. No momento da coleta a torneira foi limpa e realizada a higienização com álcool a 70% e deixou-se escoar a água por um tempo aproximadamente entre 2 a 3 minutos antes de cada coleta, como demonstrado.

Após os procedimentos de coleta, as garrafas contendo as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e lacrada com fita adesiva na tampa para que assegurasse o perfeito fechamento da mesma e foram transportadas imediatamente ao laboratório de análises MAGMATEC em Ananideua-Pará. Para a realização das análises, utilizou-se o método SMWW obedecendo às normas da ABNT- Associação Brasileiras de Normas e Técnicas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo mostrou que 81% do total da população pesquisada consomem água de origem do Sistema de Abastecimento - COSANPA e 19% consomem água vinda de poços comum (amazônicos) e/ou artesianos.

No entanto, 95% da amostra pesquisada conhecem alguns riscos no consumo de água não tratada, sendo que desse percentual 86% citaram as doenças causada pela diarreia infecciosa, seguida pelas verminoses, infecção intestinal e cólera, como mostra a figura 1.

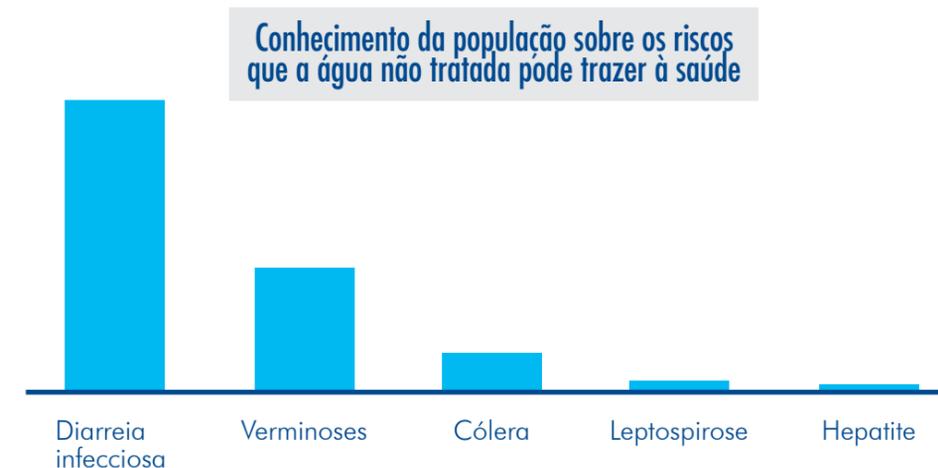


Figura 1: Percentual dos riscos que a água não tratada pode ocasionar a saúde.

Já em relação ao tratamento realizado na água que consomem 40% dos entrevistados disseram não fazer nenhum tipo de tratamento, 60% disseram realizar algum tratamento, sendo que 80% dessa parcela fazem somente uma filtração simples, 18% aplicam cloro e 2% efetuam a fervura, como descrito na figura 2.

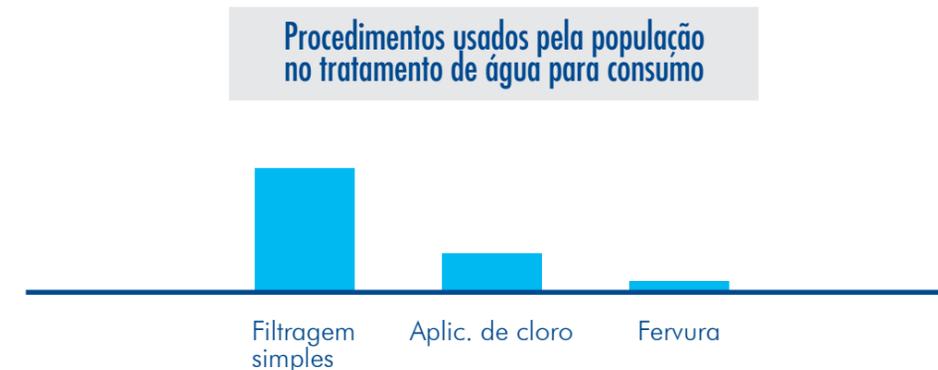


Figura 2: Percentual dos procedimentos efetuados no tratamento da água para o consumo.

Dentre os procedimentos de tratamento da água realizados pela população do bairro Parolândia em Moju-Pa, como descrito no gráfico 2. O procedimento mais eficiente é a efetuação da fervura. Segundo Cubas (2010), este procedimento mata os microorganismos causadores de doenças através da alta temperatura a qual a água é submetida. Já a filtração simples que é o procedimento realizado pela maioria

da população é a forma de tratamento menos eficiente. Este procedimento consiste em coar a água na saída da torneira utilizando um pano. Essa filtração simples é eficiente somente na coleta de partículas sólidas e não remove os microorganismos presente na água.

Observou-se, que 64% da amostra pesquisada afirmaram ter contraído alguma doença veiculada pela água não tratada e 57% desse percentual contraiu diarreia infecciosa, seguido de verminoses, cólera, leptospirose e hepatite. Verifica-se nesta análise que a grande maioria da população pesquisada foi acometida por doenças transmitida pela água, isto se deve ao fato de 40% da amostra pesquisada consumir água sem tratamento e 60% não realiza o tratamento adequado, além disso, o estado de conservação das encanações de abastecimento de água, por sua vez, encontra-se em péssimo estado e pode propiciar a contaminação da água. Segundo Brum (2007), a ausência de manutenção nas tubulações por onde passam a água torna-se um importante meio de contaminação.

O mais preocupante nesta análise, referente aos 61% dos moradores é que eles dizem que a água que consomem tem cor, outros 54% dizem que a água tem odor e 59% dizem ter gosto, sendo que a cor, odor e gosto citados foram de ferrugem, cor amarelada e preta, gosto de lama e odor de lama também, como descrito na figura 3.

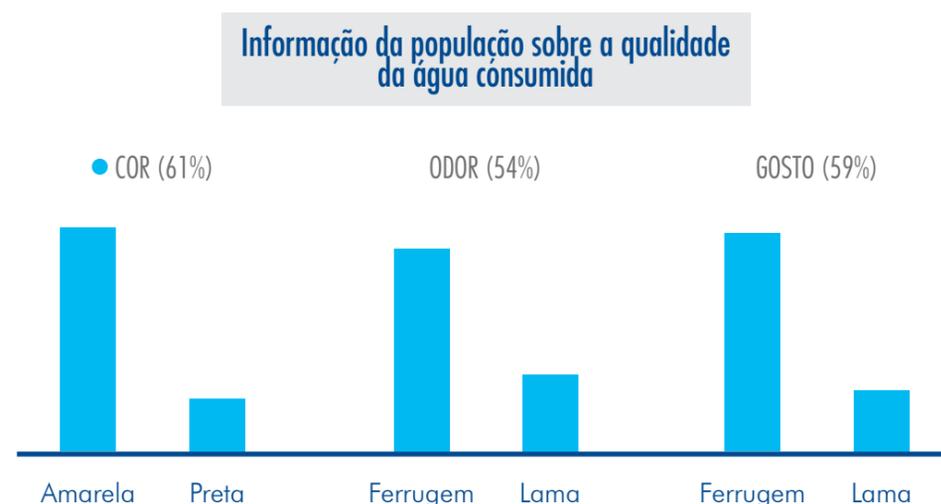


Figura 3: Percentual das características organolépticas da água apresentada pela população.

## 4.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA

Os resultados das análises físico-químico e microbiológicos das 3 ( três) amostras de água coletadas estão apresentados na tabela 3.

TABELA 3: Resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água coletada em uma residência do bairro em estudo.

PARÂMETROS	RESULTADOS			UNIDADE	VMP
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3		
Ferro	0,29	0,20	0,19	mg/L Fe	0,30
Turbidez	3,0	0,0	0,0	UT	5
Coliformes Totais	9,2	0,0	0,0	UFC/100 ml	ausente

Fonte: Laboratório de análises MAGMATEC (método SMWW)

Em cada amostra de água foram realizadas as análises dos seguintes parâmetros: Ferro, Turbidez e Coliformes Totais. A primeira amostra (amostra 1), como apresentada na tabela 3, corresponde a água coletada diretamente da torneira, ausente de tratamento. A segunda amostra (amostra 2) de água coletada após tratamento com carvão ativado industrial, utilizando-se uma vela simples industrializada. Já a terceira amostra (amostra 3) desrespeito a água coletada após tratamento com o carvão ativado produzido do caroço do açaí. Através da Portaria número 518/2004, o Ministério da Saúde estabelece a padrão de potabilidade da água destinada para consumo humano. Segundo a Portaria, os valores permitidos para o Ferro é de 0,30 mg/l, Turbidez é 5 UT e Coliformes Totais deve ser ausente em 100 ml de água.

Analisando os valores dos parâmetros referentes a primeira amostra, observa-se, que os valores dos parâmetros Ferro e Turbidez que são respectivamente 0,29 mg/l e 3,0 UT estão em conformidades com os limites do padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde. Já o valor do parâmetro Coliformes Totais que é de 9,2 UFC/100ml verificado na primeira amostra esta acima do padrão exigido pela legislação vigente. Segundo o Ministério da Saúde, por meio da Portaria 518/2004, a água destinada para consumo humano deve ser livre de Coliformes Totais. Isso quer dizer que em relação a este parâmetro a água consumida pela população está com a qualidade comprometida. Esta contaminação elevada pode ser devido ao estado de conservação das encanações da Companhia de Abastecimento de Água – COSANPA. A torneira onde as amostras foram coletadas encontra-se em má

conservação, quebradas, com saída de água entupida e até mesmo suja, indicando a ausência de limpeza e manutenção, proporcionando a contaminação.

Em relação aos resultados das análises realizadas na segunda e terceira amostra, sendo estas tratadas com carvão ativado industrial e carvão ativado produzido do caroço do açaí respectivamente. Como mostra a tabela 3, houve uma redução significativa no valor do parâmetro Ferro tanto para água tratada com carvão ativo industrial quanto a água com carvão ativo produzido. Sendo que o carvão ativado do caroço de açaí apresentou maior eficiência neste parâmetros, pois conseguiu reduzir o valor de 0,29 mg/l da primeira amostra para 0,19mg/ da terceira amostra. Já o carvão ativado industrial reduziu o valor do mesmo parâmetro de 0,29mg/l para 0,20mg/l.

No entanto, os dois carvões ativados apresentaram eficiência igual nos parâmetros Turbidez e Coliformes Totais quando comparado os valores da segunda e terceira amostra. Na segunda amostra, os valores dos parâmetros Turbidez Coliformes Totais são 0,0UT e 0,0UFC/ 100ml respectivamente. Quando se compara os valores os mesmos parâmetros na primeira amostra é claro perceber que os dois carvões ativados exerceram eficiência máxima.

Portanto, os valores de todos os parâmetros analisados referente à segunda e terceira amostra, sendo as amostras de água tratadas com carvão ativado industrializado e o carvão ativado produzido respectivamente, estão de acordo com o padrão de potabilidade da água para consumo humano estabelecido pelo Ministério da Saúde, através da Portaria nº 518/2004.

De acordo com Claudino (2003), a estrutura física de carvão ativada é formada por uma grande quantidade de microporos, mesoporos e macroporos. Os microporos são de elevada importância no processo de adsorção, pois possuem grande área superficial. Já os mesoporos e macroporos servem de passagem para os microporos na adsorção.

Com base nesse autor, a eficiência desempenhada pelos dois carvões ativados, em específica pelo carvão ativado produzido com o caroço de açaí e atribuída à estrutura porosa do mesmo. Assim, pode-se dizer que o carvão ativado produzido é formado por microporos, mesoporos e macroporos. Vale salientar, que essa estrutura porosa foi desenvolvida com a ativação no momento da carbonização do caroço de açaí. As figuras abaixo mostram a estrutura do carvão ativado antes e depois do processo de ativação.

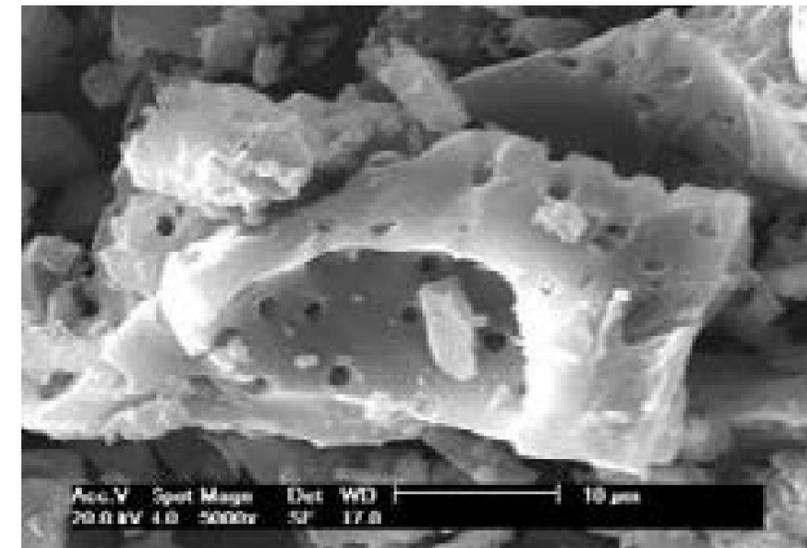


Figura 4: Microscopia eletrônica de varredura para CAED antes da ativação (5000 x).  
Fonte: FERNANDES, 2010.

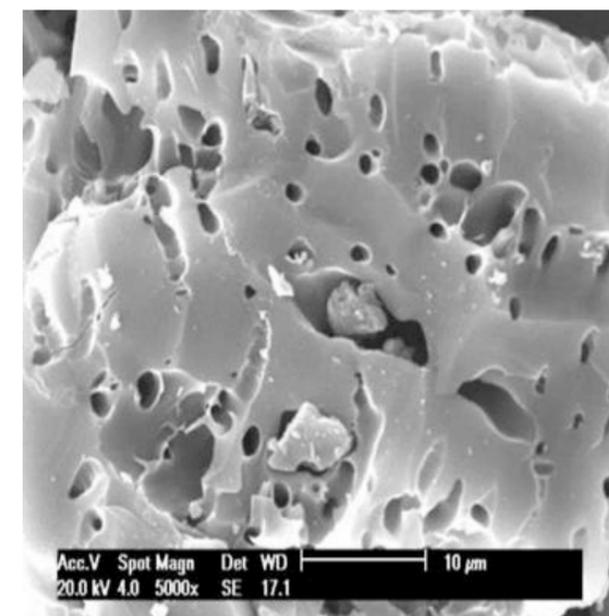


Figura 5: Microscopia eletrônica de varredura para CAED após ativação (5000x).  
Fonte: FERNANDES, 2010.

Percebe-se que a figura 4 antes da ativação apresenta em sua estrutura poucos poros em sua grande maioria mesoporos. Já a figura 5, mostra o carvão ativado após a ativação. Observa-se que em sua estrutura cria-se variados poros como, por exemplo, os micros poros, mesoporos e macroporos. É por meio desses poros que o carvão ativado realiza o processo de adsorção.

## CONCLUSÃO

Contudo, a presente pesquisa mostrou que o carvão ativado produzido com resíduo restante do processo de beneficiamento do açaí é eficiente no tratamento de água, dessa forma confirma-se a hipótese anteriormente formulada e alcançando os objetivos previamente propostos. Observou-se que o carvão ativado apresentou eficiência igual e em algumas análises superior ao carvão ativado industrial, salientado que o carvão produzido apresenta vantagens no que diz respeito ao baixo custo em sua preparação. Além disso, a pesquisa é relevante por duas razões. Primeiro, ela agrega importância ambiental, por que dá uma destinação ao caroço de açaí que se descartado de maneira inadequada pode poluir o solo e a água. Segundo, por que o carvão ativado produzido a partir do aproveitamento desse resíduo pode ser eficientemente utilizado no processo de tratamento da água para consumo humano. Dessa maneira, o carvão ativado auxiliará a população local, sobretudo a população ribeirinha a melhorar a qualidade da água que consomem, ajudando na prevenção de doenças e contribuindo para uma melhor qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUM, Sarah. Silva. Preparação e caracterização de carvão ativado produzido a partir resíduos do beneficiamento do café. Universidade Federal de Lavras. Lavras-Minas Gerais, Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.ppgem.ct.utfpr.edu.br> > Acesso em: 27 de fevereiro de 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidade relativa ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [http://www.agrolob.com.br/portaria%20518 04. pdf](http://www.agrolob.com.br/portaria%20518%2004.pdf)> Acesso em 05 de março de 2012 .

CLAUDINO, Antônio. Preparação de carvão ativado a parti de turma e sua utilização na remoção de poluentes. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2003. Disponível em: <http://www2.enq.ufsc.br/teses/mt01.pdf>.> Acesso em: 15 de fevereiro de 2012.

CUBAS, Karina Guedes. Avaliação do desempenho de carvões ativos usados na remoção de composto orgânicos de água naturais proveniente de cianobactérias e suas toxinas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2010. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br>> Acesso em: 05 de março de 2012.

FERNANDES, Kendra D'Abreu Neto. Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.com.br>> Acesso em: 08 de março de 2012.

MULLER, C.C. Avaliação da utilização de carvão ativado em pó na remoção de Microcistina em água para abastecimento público. Porto Alegre 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ecologia UFRGS. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br>> Acesso em: 12 de março de 2012

SILVA, I. M. C. B. da. Métodos de preparação industrial de solventes e reagentes químicos: Hidróxido Sódio. Revista virtual de química. Vol. 4, número 1, 2012. Disponível em: <http://WWW.uff.br/rvg>. Acesso em: 12 de março de 2012.

TEXEIRA, Brito Leopoldo. et al Compostagem: Lixo orgânico urbano e resíduo da agroindústria do açaí. Embrapa Amazônia Oriental, Albras, 1. ed. Belém: Albras. 2006. 21-23 página.

<http://www.meiofiltrante.com.br> >. Acesso em: 13 de janeiro de 2012.