

# REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO DE DESTILADOR PARA LAVAGEM DE VIDRARIAS EM LABORATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA

*Thays Rejane Silva Bonfim (thaysrejane01@gmail.com)*  
*Carlos Henrique Maia (chmaia@gmail.com)*

**Resumo:** A reutilização de água obtém maior importância de acordo com o aumento da demanda para a mesma, uma vez que o uso desta água com qualidade inferior para usos e fins determinados auxilia a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água. Os destiladores desperdiçam um elevado volume de água, sendo esta de boa qualidade e que podem ser reutilizadas em atividades em que não exija água potável. Para que houvesse a verificação da viabilidade de implantação do projeto dentro do laboratório, foram realizadas análises como a de coliformes fecais e totais, potencial hidrogeniônico (pH), seguido do cálculo do consumo de água do destilador e viabilidade financeira uma vez que esta foi realizada por meio de orçamento dos materiais necessários. O presente artigo visa avaliar a viabilidade de reuso da água de resfriamento do processo de destilação de um laboratório de análise química. Conclui-se que é viável à empresa a implantação do projeto de reutilização, pois, o mesmo reduzirá o desperdício de água juntamente com os gastos para o tratamento desta, proporcionando não somente um retorno financeiro como também ambiental. A estrutura do proposto oferece uma durabilidade em longo prazo e não requer um elevado aporte financeiro, facilitando assim sua implantação no laboratório químico da empresa Caramuru Alimentos, onde a mesma busca sempre por práticas sustentáveis em sua comunidade interna.

**Palavras-chave:** Reuso, desperdício, economia de água.

## **Abstract:**

The reuse water obtained greater importance with increasing demand for the same, since the use of this water suboptimal for certain uses and purposes helps sustainability of water supply systems. Distillers waste a high volume of water, which is of good quality and can be reused in activities that do not require drinking water. For there to check the feasibility of implementing the project within the laboratory analyzes were performed as of fecal and total coliforms, hydrogen potential (pH), followed by the calculation of still water consumption and financial viability since it was held through budget the necessary materials. This article aims to assess the feasibility of reuse of the distillation process cooling water from a chemical analysis laboratory. It concludes that it is feasible to the company the implementation of the reuse project, inasmuch as they reduce the waste of water along with the costs for treating this, providing not only a financial return as well as environmental. The structure of the proposed provides long-term durability and does not require a high financial support, thus facilitating their deployment in the chemical laboratory of Caramuru company, where it always seeks for sustainable practices in its internal community.

**Key-words:** Reuse, waste, water economy.

## **Introdução**

Diferente de solos, florestas e outros recursos naturais, a água tem um volume no qual não pode ser diminuído ou aumentado, e mesmo sendo tão fundamental a sobrevivência humana, esta não recebe o valor e a importância pela qual merece (STEPHANOU, 2013). Segundo TUNDISI (2005), quando o assunto é referente à água, torna-se um tema complexo, uma vez que o mesmo está diretamente ligado ao crescimento da população humana, urbanização, quantidade e qualidade da mesma.

Estudos realizados por alguns pesquisadores estimam que até a metade do século XXI, aproximadamente 50% da população mundial, viverão em países com grande escassez de água (NOGUEIRA, 2009 *apud* CLARKE; KING, 2005). O aumento da população e suas ambições faz com que diminua cada vez mais a quantidade de água disponível por pessoa. Essa situação não é tão preocupante para os países como Brasil e Canadá, uma vez que são ricos em água, porém em grande parte do mundo as pessoas já enfrentam a falta de água potável (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Por muito tempo a água foi considerada um recurso inesgotável. Acreditava-se em mananciais renováveis e abundantes. De acordo com Vieira (2007), atualmente especialistas e autoridades nesse assunto, tem se preocupado com o mau uso juntamente com o aumento da demanda, pelo evidente decréscimo das reservas de água limpa em todo planeta.

A demanda e a qualidade da água variam de acordo com a atividade em que a mesma será destinada, modificando também devido ao ramo industrial e capacidade de produção (SETTI et al, 2001). Para o mesmo autor, nota-se no processo de industrialização, a utilização da água em variadas atividades, tais como: limpeza de equipamentos, resfriamento, matéria prima, dentre outras. Segundo Martins e Valencio (2003), este setor é responsável por pelo menos 20% de todo o consumo de água doce do mundo, está se referindo a um consumo de 130 metros cúbicos por pessoa por ano.

De acordo com Tundisi (2005), o processo de reutilização é uma das opções para que seja economizada a água e diminua o desperdício da mesma, o reuso descarta uma fonte de desperdício de água além do seu importante papel econômico. Alguns equipamentos que utilizam água em seu funcionamento podem gerar grandes volumes de efluentes, os quais geralmente são descartados.

Um dos equipamentos de uso específico de água em um laboratório é o destilador, que promove o processo de destilação, utilizando um grande volume de água, sendo que parte se transforma em água destilada e o restante é usado para resfriamento, que posteriormente descartada (NUNES, 2009). A composição dos efluentes gerados pelos destiladores é de grande importância para a definição dos usos para qual será destinada a água não potável (MARISCO et al, 2014).

Segundo Fogaça (2014), a destilação é o processo de separação de misturas homogêneo mais empregado em laboratório de análise química. Essa técnica baseia-se na diferença de pontos de ebulição entre as substâncias que compõem a mistura.

Portanto o objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade de reuso da água de resfriamento do processo de destilação de um laboratório de análise química.

## **Material e Método**

O presente estudo foi realizado em um laboratório químico da empresa Caramuru Alimentos, situada no setor industrial do município de São Simão Goiás, localizado no extremo sudoeste goiano, na Bacia do Rio Paranaíba e na microbacia do Baixo Paranaíba e ocupa uma área de aproximadamente 414 km (IBGE 2014).



Figura1 – Croqui de localização da empresa Caramuru Alimentos. Fonte: Google Earth.

Para que houvesse a verificação da viabilidade de implantação desse projeto no interior do laboratório, foram realizadas análises do potencial hidrogeniônico (pH), dos coliformes totais e fecais, seguido do cálculo do consumo de água durante o processo de destilação e viabilidade financeira, por meio do orçamento dos materiais a serem utilizados no sistema de reaproveitamento.

As características biológicas das águas naturais referem-se aos diversos microrganismos que habitam o ambiente aquático (Libânio, 2010). Seguindo, têm-se os resultados encontrados por meio do que foi proposto no decorrer do projeto diante dos dados obtidos em cada etapa mencionada. De acordo com Marisco et al (2014), ainda não há uma padronização para este tipo de água de reuso, sendo assim os resultados obtidos por meio das análises foram comparados com os resultados de outros pesquisadores e com a PORTARIA 2.914/11.

Os dados necessários para o desenvolvimento do projeto foram coletados no laboratório de análise química da Caramuru Alimentos, bem como a realização dos procedimentos analíticos.

### **1. Análise de coliformes**

O primeiro passo foi à realização de uma análise para verificar a presença de coliformes tanto na água de refrigeração (AR), quanto na água destilada (AD) e água da torneira (AT) onde são lavadas as vidrarias. Esta etapa foi realizada, pois, são feitas análises no laboratório em que podem trazer presença de coliformes na água, por exemplo, o lodo primário da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

A técnica utilizada para realização desta análise foi à técnica de cinco tubos com Lauril duplo. As três amostras foram coletadas em frascos de 250 ml cada, posteriormente, através de uma pipeta adicionou-se 100 ml separadamente em um tubo de ensaio, seguindo com um tubo de Durhan invertido contendo solução dupla de Lauril.

Após esse processo foi levados à estufa por dois dias e posteriormente observada a formação de gás no tudo de Durhan, quando não há essa formação é considerado que não há presença de coliformes, da mesma forma quando se formam os gases tem-se presença dos mesmos.

Este procedimento foi repetido cinco vezes em cada amostra para melhor resultado.

## **2. Análise do pH (Potencial Hidrognênico)**

A realização desta análise foi feita com a utilização do aparelho pHmetro (Figura 2), onde foram obtidos os resultados do pH da água destilada, água de resfriamento e água da torneira antes de passar pelo processo de destilação. Fez-se necessário a realização desta análise, pois, alguns fatores podem interferir nos resultados das análises caso a vidraria esteja contaminada, como por exemplo, o pH.



Figura 2 - Aparelho pHmetro da marca TECNAL, onde foram realizadas as análises de pH das amostras.

Foram coletados os três tipos de água em frascos de 250 ml para a medição do pH e em seguida anotados os resultados dados pelo aparelho, uma vez que o valor se dá automaticamente. Este procedimento foi realizado três vezes para que se pudesse ter um resultado mais exato.

## **3. Cálculo do consumo da água**

Foram coletados dados da quantidade de água destilada e o descarte através do destilador da marca TE – 1782 (Figura 3), onde foram posicionados reservatórios nas duas saídas de água. Esta etapa do estudo foi repetida por três dias seguidos.



Figura 3 - Imagem do destilador da marca TE – 1782, utilizado para o processo de destilação de água.

O procedimento para a análise do cálculo de consumo da água foi realizado, com a ajuda de um galão de 5 litros, um galão de 10 litros e um cronometro. Esta etapa levou em torno de uma hora para que pudesse ser observada durante esse período a quantidade de água que foi destilada. Para que chegasse a quantidade de água descartada, foram realizados cálculos de acordo com os dados encontrados:

**5 minutos = 10 litros descartados (1)**

**Tempo = X litros descartados (2)**

Da mesma forma foi realizado também cálculos para a obtenção da quantidade de água destilada por dia:

**1 hora = 3,5 litros de água destilada (1)**

**Tempo = X litros de água destilada (2)**

#### **a. Viabilidade de implantação do projeto**

Para Marckmann et al (2012), devido o destilador encontrar-se instalado na parede que da acesso ao lado de externo do laboratório, torna mais fácil a instalação dos equipamentos necessários para captar a água de resfriamento e encaminha-la a uma das torneiras do laboratório, onde são lavadas as vidrarias utilizadas.

Foi analisada a possibilidade da instalação de uma caixa de água no lado de fora do laboratório com encanações levando a água de resfriamento que será direcionada para caixa até a torneira que se encontra próxima ao destilador, conforme apresenta o esboço a seguir:

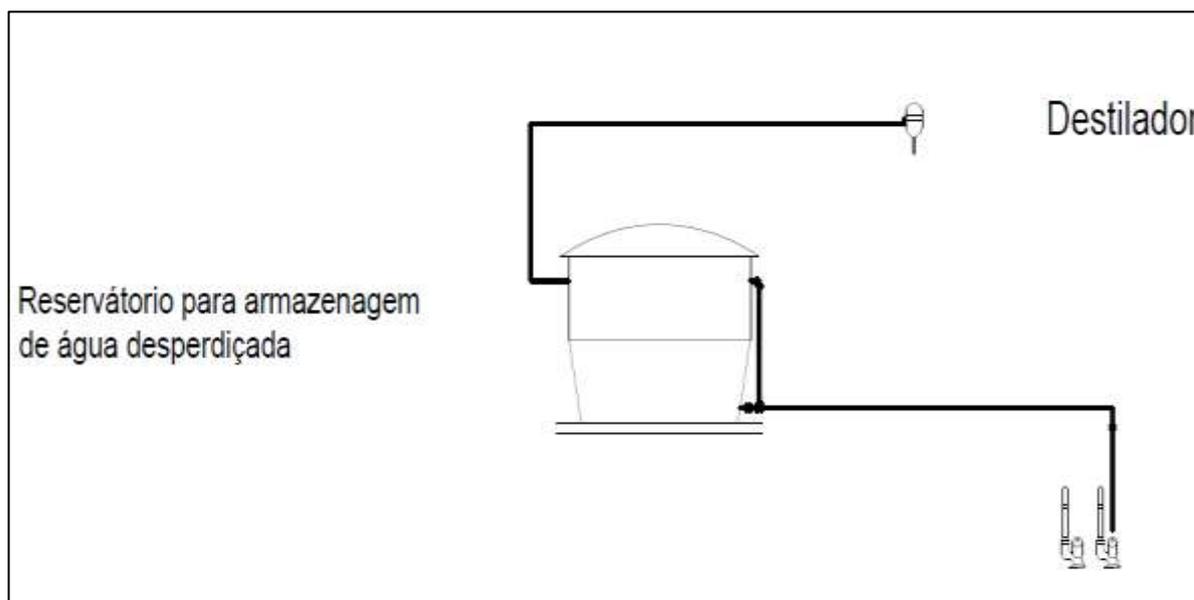


Figura 4 - Esboço do projeto para reaproveitamento da água desperdiçada.

- **Orçamento da implantação do projeto**

Seguindo, foi feito o orçamento para possível instalação de equipamentos para realização do reuso. De acordo com os esboço, foram constatados quais materiais necessários, tais como: caixa d'água 1000 l, redução 25 mm, barra de Cano 25 mm, curva 90° soldável, torneira PVC branco, veda rosca, abraçadeira tipo U, parafuso com bucha para abraçadeira e cola.

A empresa conta com funcionários de diversos ramos, assim como pedreiros, desta forma os gastos com mão de obra estão descartados, pois, os mesmos desempenharão esse procedimento. O abastecimento de água no município de São Simão se da por meio de poços artesianos, desta forma, empresas e moradores não tem que se preocupar com o pagamento da taxa pra usufruir a mesma. Assim o retorno financeiro será por meio da redução dos gastos com o tratamento da água, onde a mesma não exigirá um novo tratamento para que seja reaproveitada.

Todo o procedimento foi realizado e acompanhado pelo pesquisador, com a presença de analistas do local e da supervisora do laboratório.

## **Resultados e Discussão**

### **a) Análise de Coliforme**

Para Libânio (2010), as bactérias do grupo coliforme apresentam diversas características que explicam o extensivo emprego como indicadores microbiológicos de qualidade da água.

Para o controle da qualidade da água, quando detectadas amostras apresentando resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, devem ser tomadas ações preventivas e coletadas novas amostras em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios (PORTARIA 2.914/11).

TABELA 1- Análise de presença de coliformes na água.

<b>AMOSTRAS</b>	<b>COLIFORMES FECAIS (NMP/100 ml)</b>	<b>COLIFORMES TOTAIS (NMP/100 ml)</b>
Água da torneira	< 3	< 3
Água de resfriamento	< 3	< 3
Água destilada	< 3	< 3

\*Resultados obtidos por meio do Procedimento Operacional Padrão – POP da empresa.

Por meio dos resultados obtidos, notou-se a ausência de coliformes fecais e totais nas três amostras. Resultado semelhantes foi encontrado por Marisco et al (2014), onde pode verificar que os efluentes gerados podem ser utilizados nos processos que envolvem o uso de água não potável dentro dos laboratórios em que são gerados, uma vez que resultaram dentro do exigido pelas padronizações analisadas. O pesquisador obteve por meio de suas análises o resultado < 1, considerando assim a ausência de coliformes na amostra.

### **b) Potencial Hidrognênico (pH)**

Os pHmetros medem a diferença de potencial elétrico entre um eletrodo (consiste em um tubo com uma fina membrana de vidro e uma solução ácida com uma concentração [H+]1 em seu interior) e a solução.

Por meio desta análise de pH, obteve resultados distintos em relação à água antes e após sua destilação, tais como:

Tabela 2 - Resultado da análise de pH das águas do processo de destilação.

<b>Tipo de água</b>	<b>Primeira Coleta</b>	<b>Segunda Coleta</b>	<b>Terceira Coleta</b>
Água da torneira	9,50	9,49	9,25
Água de resfriamento	9,22	9,50	9,18
Água destilada	6,96	6,32	6,98

De acordo com a PORTARIA 2.914/11, é indicado que o pH da água esteja mantido entre 6,0 a 9,5%. Apesar dessa diferença, ambas as águas obtiveram resultados dentro dos padrões exigidos, ou seja, a lavagem das vidrarias utilizando a água de reuso terá a mesma eficácia sem comprometer assim as análises que serão posteriormente realizadas.

Realizando a mesma análise, Marisco et al (2014), obteve resultados do laboratório de microbiologia pH 7,8 e do laboratório de efluentes pH 7,6, o mesmo analisou apenas as águas de destilação. Constatou-se que os efluentes gerados, em ambos os projetos, possuem compatibilidade com a portaria 2914/2011, podendo afirmar que são considerados potável o que demonstra a sua capacidade de ser aproveitados em um sistema de reuso de água não potável.

### **c) Resultado do cálculo de consumo da água**

Por meio dos dados coletados nessa etapa, foram realizados os cálculos como citados acima, onde concluiu-se que o consumo do destilador é de 10 litros de água a cada 5 minutos, ou seja, a cada uma hora são descartados 120 litros de água, sendo destila mais ou menos 3,5 litros de água. Estes cálculos foram feitos com a válvula aberta pela metade, pois a quantidade de água se dá em função da vazão, uma vez que quanto menor a vazão mais rápido é o processo.

Após o desligamento do equipamento, a mangueira deve permanecer aberta até que se esfrie a água para que não haja risco de queimar o equipamento. Assim, calculou-se o desperdício desta após o desligamento do destilador notando que a água leva em torno de uma hora para esfriar o que descartaria em média 120 litros de acordo com a vazão.

Através da tabela abaixo, pode ser observado a quantidade de água destilada e descartada por dia no laboratório, uma vez que a quantidade de destilação por dia pode variar de acordo com a demanda necessária para a realização de todos os procedimentos no laboratório no decorrer dos expedientes.

Tabela 3 - Quantidade de água destilada e descartada durante o processo de destilação

<b>TEMPO</b>	<b>ÁGUA DESTILADA (Litros)</b>	<b>ÁGUA DESCARTADA (Litros)</b>
5 minutos	-	10
1 hora	3,5	120
2 horas	7	240
Por dia	21	720
Por mês	630	21.600

A demanda de destilação de água no laboratório é grande, pois, utilizam-se muitas vidrarias e não somente para lavagem dessas, mas a água destilada é também utilizada para realização de algumas análises, assim destila-se em torno de três ou mais vezes ao dia para atender as necessidades do local.

Notou-se através dessa análise que o desperdício de água é grande uma vez que é destilado em media três vezes ao dia, ou seja, uma vez por turno, o que resultaria em 720 litros de água descartados por dia para a obtenção de 21 litros de água destilada.

O funcionamento do laboratório químico da empresa é de domingo a domingo, no período de 24 horas por dia, desta forma são descartados 21.600 litros de água por mês para obtenção de apenas 630 litros de água destilada.

#### **d) Resultado da análise de implantação do projeto**

Conforme o esboço do projeto, foram desenvolvidos os seguintes cálculos de materiais necessários para sua implantação, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Custos para implantação do projeto de armazenamento de efluente para reuso.

<b>Insumos</b>	<b>Quantidade (Peças)</b>	<b>Custo unidade R\$</b>	<b>Custo total R\$</b>
Caixa d'água 1000 L	1	300,00	300,00
Redução 25mm	1	8,00	8,00
Barra de Cano 25mm	1	11,00	11,00
Curva 90° Soldável	4	3,00	12,00
Torneira PVC branco	1	2,66	2,66
Veda rosca	1	4,00	4,00
Abraçadeira tipo U	6	0,76	4,56
Parafuso com bucha para abraçadeira	12	0,17	2,04
Cola	1	3,53	3,53
Mão de obra	-	Caramuru	Caramuru
<b>Total</b>	-	-	<b>347,79</b>

Como pode ser observado através do orçamento, a implantação do sistema de reaproveitamento da água de resfriamento (desperdiçada) não exigirá um grande porte financeiro e o retorno ambiental e até mesmo financeiro será imediato, uma vez que o reuso dessa água não exigirá um outro tratamento a não ser o realizado antes da destilação, e reduzirá o desperdício de água dentro da empresa, sabendo que a captação da água utilizada dentro de todos os setores desta é por meio de dois poços.

#### **Conclusão**

Diante do exposto resta demonstrando que, é viável à empresa a implantação do projeto de reutilização, pois, o mesmo irá reduzir o desperdício de água juntamente com os gastos para o tratamento desta, proporcionando não somente um retorno financeiro como também ambiental.

Devido a grande demanda de água destilada diariamente no laboratório, a estrutura proposta pelo projeto torna-se atrativa à empresa, uma vez que a mesma oferece uma estrutura que terá durabilidade em longo prazo e não requer um elevado aporte financeiro, facilitando assim sua implantação no laboratório químico da empresa Caramuru Alimentos, onde a mesma busca sempre por práticas sustentáveis em sua comunidade interna.

É de suma importância à elaboração de mais diretrizes e estudos sobre o assunto, visando à implantação de projetos de reúso não somente no laboratório químico como também em outros setores em que é descartada uma grande demanda de água.

Enfim, somente após a implantação do projeto mensurado é que se podem concluir melhores resultados e retornos a empresa ambientalmente e financeiramente e proporcionando aos trabalhadores do local uma reeducação ambiental por meio da redução do desperdício de água.

### Referências Bibliográficas

CHASTAN, L. **Goiás – Extremo sudoeste: Geo-história e ecoturismo na trilha dos Caiapós**, Goiânia: CERNE, 1996. 263p.

CLARKE, R.; KING, J. **O Atlas da Água**. O mapeamento completo do Recurso Mais Precioso do Planeta. São Paulo – SP: Ed. Publifolha, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **idades: São Simão – GO**, 2014, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=522040&search=goias|s%E3o-sim%E3o>>. Acesso em: 20/05/2015.

FOGAÇA, J. R. V. **Destilação**. Disponível em: <<http://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/destilacao.htm>>. Acesso em 12 de abril de 2015.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Tratamento e Qualidade da Água**. Ed. Átomo. Campinas – São Paulo, 2010. 494p.

MANCUSO, P. C. S. SANTOS, H. F. dos. **Reúso de Água**. Ed. Manole. Barueri – SP, 2003.

MARCKMANN, K. TUBINO, R. M. C. KRELING, M. T. CAMPANI, D. C. **Propostas para redução de desperdícios ambientais numa Universidade Pública – Projeto de reutilização de água de destiladores no CT – Leamet**. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/artigos-tecnicos/gestao-ambiental-publica>>. Acesso em: 20 de junho de 2015.

MARISCO, L. V. FERNANDES, V. C. CAVAGNI, M. V. FERNANDES, L. C. FERNANDES, J. C. **REÚSO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE APARELHOS DESTILADORES**. Revista CIATEC – UPF, vol.6 (1), p.p.37-47, 2014. Disponível em: <<http://www.upf.br/seer/index.php/ciatec/article/view/3488>>. Acesso em: 21 de junho de 2015.

MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S.. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Desafios Teóricos e Político-Institucional, São Carlos – SP: Ed. Rima, 2003.

NUNES, S. da S. B. **Gestão de Água em Edificações: Formulação de Diretrizes para o Reúso de Água para Fins não Potáveis**. 2009. 213 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Portaria MS n.º 2914/2011 / **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 03 de setembro de 2015.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Ed. Edgard Blucher LTDA. São Paulo – SP. 2009. 340p.

SETTI, et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p.

STEPHANOU, J. **Gestão de resíduos sólidos: um modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?cat=15>> . Acesso em 15 de agosto de 2015.

TELLES, D. D.; COSTA R. P. **Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Blucher, 2010. 408p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**. Enfrentando a Escassez. São Carlos – SP: Ed. Rima, 2005.

VIEIRA, C. D. **Maneiras de se preservar a água**. Disponível em: <<http://www.avm.edu.br/monopdf/26/CRISTIANE%20DINIZ%20VIEIRA.pdf>>. Acesso em: 30 de abril de 2015.