

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade**

**REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA APLICADA A UMA INDÚSTRIA  
DE PROCESSAMENTO DE CARNES DE PEQUENO PORTE**

**RAIN WATER REUTILIZATION APPLIED TO A SMALL-SCALE MEAT  
PROCESSING INDUSTRY**

Emanuéli Fernanda Spode e Gabriela Pagnussat Da Silva

**RESUMO**

A reutilização da água da chuva é uma solução cada vez mais considerada por empresas e até mesmo pela população em geral para reduzir custos e, ao mesmo tempo, economizar água. Pensando nisso e levando em conta os requisitos legais para a reutilização da água da chuva para fins não potáveis, entre eles o padrão de qualidade da água em cada etapa do processo, foi realizada uma estimativa da viabilidade da implementação de um projeto de reutilização da água da chuva em uma indústria de processamento de carnes de pequeno porte. Analisando dados pluviométricos da região onde a empresa está localizada, utilizando o procedimento adequado, o qual indica como prever a demanda mensal de água não potável requerida para a rega de jardim, lavagem de pisos internos e externos e descarga sanitária; e utilizando métodos e conceitos necessários para a estimativa do volume de água possível de ser recolhido pelo sistema implantado, pôde-se confirmar que o volume de água coletado mensalmente seria suficiente para a demanda exigida no local. Foi possível estimar a economia que o projeto proporcionaria ao proprietário do estabelecimento e o tempo de retorno do mesmo.

**Palavras-chave:** reutilização, água da chuva, reuso, qualidade, custos.

**ABSTRACT**

The rain water reutilization is a solution increasingly considered by companies and even by people in general to reduce costs and, at the same time, save water. Thinking about that and considering the legal requirement for rain water reutilization to non-potable uses, including water quality standard in each step of the process, an estimation about the viability of implementation of the project of rain water reutilization in a small-scale meat processing industry was made. Analyzing the region's rainfall rates, utilizing the suitable procedure, which indicates how to predict the monthly demand of non-potable water used at the garden watering, internal and external floor cleaning and flushing; and utilizing the necessary methods and concepts for the water volume possible of being collected by the implemented system, it has been able to confirm that the water volume monthly collected would be enough for the local demand. It was possible to estimate the economy that this project would bring to the owner and the time to get the investment back.

**Keywords:** reutilization, rain water, reuse, quality, costs.

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável fundamental para o desenvolvimento dos ecossistemas e, por consequência, é considerada um fator essencial para todos os seres vivos, sendo a substância predominante nos mesmos.

Sabe-se que 96 % da água disponível no planeta Terra é salgada, dos 4 % restantes 68,7% estão armazenadas em geleiras e icebergs, 30,1% são águas subterrâneas, restando apenas 1,2% como água de fácil acesso para consumo (PERLMAN, 2016). Embora o percentual de água potável disponível no planeta seja pequeno quando comparado como volume total de água, o maior problema não surge da falta do insumo, mas da distribuição desigual da precipitação e do mau uso que se faz da água, que é ratificado pela qualidade insatisfatória com que é descartada. Um agravante do problema é que a população está crescendo mais rapidamente onde a falta de água é mais aguda. Em muitas regiões da Europa, Ásia e principalmente da África, a população ultrapassou o ponto em que podia ser abastecida pelos recursos hídricos acessíveis, como pode ser observado no Quadro 1 que apresenta as relações entre a população e disponibilidade de água em percentual.

Quadro 1 – Relação entre a disponibilidade de água e a população em porcentagem.

	Água (%)	População (%)
<b>América do Norte e Central</b>	15	8
<b>América do Sul</b>	26	6
<b>Europa</b>	8	13
<b>África</b>	11	13
<b>Ásia</b>	36	60
<b>Austrália e Oceania</b>	5	1

Fonte: UNESCO, 2004.

Algumas soluções para melhor aproveitamento da água são através do seu reúso ou de sua reutilização. Com a política do reúso, importantes volumes de água potável são poupados, usando-se a água de qualidade inferior, geralmente efluentes secundários pós-tratados, para atendimento de finalidades que podem prescindir da potabilidade. (ABESP, 1997).

## 2 REÚSO DE ÁGUA

A reutilização da água, ao invés de apenas ser descartada, é uma medida que deve ser adotada a fim de atenuar a grande falta de água potável que já ocorre em muitos países. O Brasil, por exemplo, mesmo sendo considerado um país riquíssimo em água, possui 80% dessa água doce disponível concentrada na região amazônica, e os 20% remanescentes distribuídas pelo restante do país, o que ratifica a má distribuição de água como uma realidade em algumas áreas e dificulta o tratamento e abastecimento dos locais de demanda. (TOMAZ, 2011).

O reúso de água pode ser definido como o reaproveitamento das águas residuais para um fim específico, em alguns casos exigindo uma etapa de tratamento, com maior ou menor

grau de complexidade. Normalmente o reúso de águas pode ser classificado como: reúso indireto não planejado da água que ocorre quando a água utilizada em atividades humanas é descarregada no meio ambiente e reutilizada, a jusante, de forma diluída, de maneira não intencional e não controlada; reúso indireto planejado da água, neste caso, os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico; reúso direto planejado da água, quando os efluentes, após tratamento, são jogados diretamente no local de reúso, não sendo descarregados no meio ambiente; e reciclagem da água, que consiste no caso mais comum de reúso interno da água, antes mesmo de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição (COSTA e BARROS JÚNIOR, 2005).

A NBR-13.969 é a norma que trata de reúsos e assegura que para reuso local, caso específico de reuso direto planejado avaliado em um estudo de caso posteriormente, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins não potáveis. A norma em questão também classifica as águas de reúso em quatro classes de acordo com suas aplicações, definindo seus respectivos padrões de qualidade, como exemplificado na Figura 1.

Figura 1 - Classificação das águas de reúso pela NBR-13.969 e seus padrões de qualidade

Água de Reuso	Aplicações	Padrões de Qualidade
<b>Classe 1</b>	Lavagem de carros e outros usos com contato direto com o usuário	Turbidez < 5 uT Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100 mL Sólidos Dissolvidos Totais < 200 mg/L pH entre 6 e 8 Cloro residual entre 0,5 mg/L a 1,5 mg/L
<b>Classe 2</b>	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez < 5 uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL Cloro residual superior a 0,5 mg/L
<b>Classe 3</b>	Descargas em vasos sanitários.	Turbidez < 10 uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL
<b>Classe 4</b>	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	Coliformes Termotolerantes < 5000 NMP/100 mL Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L

Fonte: adaptada (HESPANHOL, 2006).

### 3 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

A água da chuva em circunstância alguma pode ser considerada água potável. Isso ocorre por que nas áreas urbanas o ar atmosférico está poluído com compostos como o dióxido de carbono, dióxido de enxofre e em áreas rurais, além desses compostos ainda há a presença de pesticidas e fungicidas que são pulverizados sobre as plantações.

Por esse motivo recomenda-se a reutilização da água da chuva apenas para fins não potáveis, para que possa ser aplicado por qualquer pessoa, já que a transformação da água da chuva em água potável exige um grau de tratamento muito alto, o que tornaria o processo inviável para aplicação em residências e empresas de pequeno porte, por exemplo.

O reuso para fins não potáveis apresenta menores riscos e deve ser a primeira alternativa a ser considerada. Dentro dele pode-se considerar o reuso não potável para fins domésticos, o qual pode ser efetivado através do aproveitamento de águas pluviais coletadas e armazenadas em uma cisterna, para serem empregadas na lavagem de pisos e calçadas, regas de jardins, descargas sanitárias e reservas de proteção contra incêndios.

#### 4 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Como proposto por Plínio (2011) a qualidade da água da chuva analisada pode ser separada em quatro diferentes etapas:

1. Antes de atingir o solo;
2. Após escorrer pelo telhado;
3. Dentro do reservatório;
4. No ponto de uso;

##### 4.1 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA ANTES DE ATINGIR O SOLO

A composição da água da chuva varia de acordo com alguns fatores como a localização geográfica, condições meteorológicas, presença ou ausência de vegetação e com a presença em maior ou menor grau de carga poluidora. Em áreas industriais ou centros urbanos há a influência dos poluentes do ar, como por exemplo dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). A reação de certos gases da atmosfera com esses compostos podem diminuir o pH da água da chuva, devido a formação de ácidos. Para não ser considerada chuva ácida, o pH deve estar acima de 5,6.

##### 4.2 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA APÓS ESCORRER PELO TELHADO

Pesquisas afirmam que a água da chuva, após escoar por telhados, possui um grau de contaminação dependente do material utilizado para a confecção dos telhados, segundo Terry, 2001 os telhados metálicos são os melhores quanto ao aspecto bacteriológico. Exemplos de contaminantes nessa etapa são as fezes de animais como ratos, pássaros, poeira, folhas e o próprio revestimento do telhado. Em virtude da possibilidade do desenvolvimento de doenças, principalmente gastro-intestinais causadas pelo contato com a água contaminada por fezes de animais, recomenda-se que a água de 'lavagem do telhado' (*first flush*) seja jogada fora, ou seja, geralmente a água proveniente da coleta dos primeiros 10 a 20 minutos de chuva deve ser descartada para evitar tal risco. Também, segundo Guanghui, 2001, é nos primeiros 20 minutos de chuva que se tem a maior concentração de poluentes. O descarte da primeira água da chuva pode ser realizado manualmente com o uso de tubulações que a desviam do reservatório.

Segundo a American Rainwater Catchment, a contaminação da primeira água de escoamento pode ser alta, média ou baixa. Ela será alta (8 mm) quando o local possuir muitos detritos orgânicos de animais, árvores adjacentes ou ar contaminado. Será chamada de média (2 mm) quando o first flush for igual ao adotado pela NBR 15527/07, e por último, será baixa (0,5 mm) quando o local possuir chuvas frequentes, motivo esse que mantém a superfície do telhado mais limpa.

##### 4.3 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA DENTRO DO RESERVATÓRIO

Para a construção de qualquer reservatório deve-se obedecer a NBR 12217/94 de projetos de reservatórios de distribuição de água para abastecimento público. Pode acontecer de a chuva carregar consigo materiais pesados que estão no ar e que se depositarão no fundo do reservatório, formando uma fina camada de lama. Além disso, microorganismos presentes também podem se desenvolver no local de armazenamento.

O reservatório deve possuir uma descarga de fundo para que a lama formada possa ser removida quando necessário, ou durante a limpeza, que recomenda-se fazer pelo menos uma vez ao ano. Se a água dentro do reservatório estiver contaminada, pode-se adicionar hipoclorito de sódio a 10% ou água sanitária. O reservatório também deverá possuir um extravasor para que a água seja descartada quando muito volume for coletado em um curto intervalo de tempo.

Deve-se ter alguns cuidados para garantir uma melhor qualidade da água no reservatório. A tampa precisa ser hermeticamente fechada para impedir a entrada de matérias indesejados, é recomendado impossibilitar acesso à luz solar para evitar o desenvolvimento de algas, além disso é preciso incluir uma grade na saída do extravasor a fim de reprimir a admissão de animais pequenos.

Para impedir a entrada de folhas e outros materiais no reservatório deve estar presente, entre a calha e a tubulação, uma peneira feita de material não corrosivo com uma abertura de no máximo 13 mm, e para evitar a entrada de mosquitos, como o da dengue, essa abertura não deverá ultrapassar 0,315mm. A peneira ideal tem seu diâmetro variando entre 3 e 11 mm, mas não retém microorganismos, contaminantes químicos e o first flush.

#### 4.4 QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA NO PONTO DE USO

De modo geral, o odor e a cor da água não podem ser desagradáveis; o pH deve estar entre 5,8 e 8,6; o cloro residual precisa ser menor que 0,5g/L, os coliformes fecais menores de 1000/100mL e sólidos em suspensão menores que 30 mg/L. Em casos de algum problema com cor e odor pode ser realizado um tratamento de ozonização e carvão ativado.

### 5 EFICIÊNCIA DA COLETA DA ÁGUA DA CHUVA

Para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado, pois ocorrem algumas perdas em virtude do descarte da primeira água captada que contém impurezas, além de perdas por evaporação. Para realizar essa consideração, usa-se um coeficiente de escoamento superficial chamado de Runoff (C), que é o quociente entre a água que escoou superficialmente e o total de água precipitada. O valor mais indicado para esse coeficiente é de 0,95. (TOMAZ, 2011)

Segundo a NBR 15527/07 a eficiência do aproveitamento da água da chuva é dado pela multiplicação do coeficiente de Runoff pela eficiência do dispositivo para retirada do first flush. O primeiro dado geralmente é adotado como 0,95 e o segundo, como 0,85. Portanto, sua multiplicação é 0,80, o que significa que pode-se aproveitar 80% da água da chuva que escoou por um telhado.

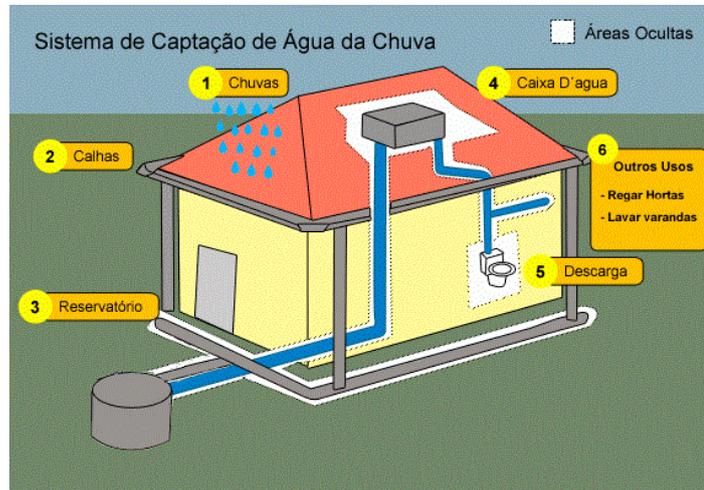
### 6 ESTUDO DE CASO

#### 6.1 ESQUEMATIZAÇÃO DO PROJETO

Considerando uma agroindústria de pequeno porte, o reúso mais recomendado seria para fins não potáveis, realizado através de um sistema de captação e aproveitamento de águas da chuva. Para coleta das águas pluviais é necessário que junto ao telhado estejam instaladas calhas

que tem por finalidade redirecionar a água para um reservatório de armazenagem, enquanto entre a calha e tubulação é preciso inserir uma peneira para reter sujeiras. A figura 2 esquematiza o projeto.

Figura 2 - Sistema de captação da Água da Chuva



Fonte: adaptada (QUEIROZ, 2016).

## 6.2 PREVISÃO DA DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL PARA UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Dados da empresa:

- Número de empregados: 5
- Área de piso interno: 222,7 m<sup>2</sup>
- Área do pátio externo: 75,36 m<sup>2</sup>
  - Calçada dos fundos: 14,07m<sup>2</sup>
  - Calçada lateral: 19,22 m<sup>2</sup>
  - Área de descarga de matéria prima: 26,08 m<sup>2</sup>
  - Calçada frontal: 15,99 m<sup>2</sup>
- Área de gramado/jardins: 20m<sup>2</sup>
- Número de dias de trabalho: 5 dias/semana
- Área de cobertura (telhado): 222,7m<sup>2</sup>
- Precipitação média anual: 1713,01 mm (Fonte: Dados da Rede do INMET)

Considerações:

- Descargas em bacias sanitárias:
  - Taxa: 9L/descarga
  - Frequência: 3 vezes/dia
- Lavagem piso interno:
  - Taxa: 2L/dia/m<sup>2</sup>
  - Frequência: 5 vezes/semana
- Rega de gramado:
  - Taxa: 2L/dia/m<sup>2</sup>
  - Frequência: 1 vez/semana.
- Lavagem de piso externo: 75,36m<sup>2</sup>
  - Taxa: 2L/dia/m<sup>2</sup>
  - Frequência: 3 vezes/semana

Através das considerações realizadas é possível calcular a demanda mensal de água para uma empresa de pequeno porte.

- Demanda mensal: 13,6m<sup>3</sup>/mês
- Demanda anual: 162,9 m<sup>3</sup>/ano

Considerando os dados pluviométricos fornecidos pela Rede do INMET, referentes ao período compreendido entre 2006 e 2016 da cidade em que se localiza a indústria de processamento de carne de pequeno porte, como sendo uma média de 1713,01 mm anuais, o volume máximo anual que pode ser ofertado aproveitando 80% da água da chuva pode ser estimado multiplicando-se a área do telhado por 0,8 da média anual de chuvas. O resultado obtido é igual a 305,19 m<sup>3</sup>. Pode-se observar que o volume de água de chuva captada (305,19m<sup>3</sup>) é superior ao volume da demanda anual para os fins não potáveis considerados (162,9m<sup>3</sup>), o que demonstra a viabilidade técnica do projeto.

Utilizando o valor da demanda de água igual a 162,9 m<sup>3</sup> e considerando que ao início da execução do projeto o reservatório está vazio, e que a medida que ele vai enchendo, a água de dentro dele também já vai sendo utilizada, pode-se dizer que é suficiente um reservatório de 5 m<sup>3</sup>.

### 6.3 ESTIMATIVAS DE CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Visto que a empresa considerada no estudo de caso já possui as calhas necessárias para a coleta da chuva proveniente do telhado, os produtos exigidos para implementação do projeto e seus custos médios, dependendo das características e do fornecedor são apenas os seguintes:

- Reservatório (5 000 L): R\$2000,00
- Tubulação (10 m): R\$9,00 o metro. (100 mm)
- Extravasor, peneira: R\$20,00
- Bomba d'água de pequeno porte: R\$200,00

### 6.4 ESTIMATIVA DE ECONOMIA E TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

A CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) disponibiliza em sua estrutura tarifária o preço para o m<sup>3</sup> de água aplicado a uma empresa industrial com consumo máximo de 10000 m<sup>3</sup> como:

$$\text{Preço (\$)} = 4,01 \times \text{Consumo (m}^3\text{)} + 52,43$$

Na equação apresentada o valor de 52,43 é correspondente ao serviço básico, dessa forma o montante economizado com a implementação do projeto pode ser obtido apenas pelo produto do preço base, 4,01, pela demanda de água não-potável para os fins considerados. Portanto com a implementação do projeto a economia de água seria igual a 13,6m<sup>3</sup>/mês, o que é equivalente a R\$54,44/mês, ou seja, R\$653,23/ano.

Pela estimativa de custo de implementação do projeto obteve-se um valor médio de R\$ 2310,00. Dessa forma, o tempo médio de retorno do projeto, ou seja, o tempo que levaria para recuperar o dinheiro investido por meio da economia de água da CORSAN que deixaria de ser utilizada ficaria em torno de 3,53 anos, o que equivale a 3 anos e 6 meses aproximadamente.

É possível tornar o projeto mais rentável para o proprietário se este realizar uma parceria com a empresa ao lado, de forma a dividir os custos iniciais. Essa possibilidade é viável visto que a coleta de água é maior do que a demanda da indústria, assim o tempo de retorno do investimento reduziria consideravelmente.

## 7 CONCLUSÃO

A reutilização da água é uma alternativa adotada com o objetivo de evitar desperdícios e, conseqüentemente, reduzir custos. Nesse quesito um processo que merece destaque é a utilização de água da chuva, visto que uso de águas pluviais para água não potável evita que seja desperdiçada uma água pura e tratada em limpeza de jardins, gramados, descargas de banheiros e outras aplicações industriais, que não necessitam de água potável (TELLES e COSTA, 2010).

No estudo de caso realizado foi considerada apenas a água da chuva na possibilidade de reaproveitamento para fins não potáveis. Através das análises realizadas comprovou-se que a demanda de água para essas situações é inferior ao volume de água de chuva que poderia ser coletado no estabelecimento, o que evidencia a viabilidade do projeto. O tempo de retorno estimado (pay back) foi equivalente a 3 anos e 6 meses, o que indica que apesar de viável, o projeto levaria um tempo prolongado para se pagar.

Em um projeto de reutilização de água em indústrias, além do aproveitamento da água chuva pode-se considerar como alternativa o reúso da água remanescente do processo. Entretanto para o estudo de caso realizado essa possibilidade não foi considerada em virtude de dois fatores principais: o primeiro é que a água remanescente do processo possui elevado teor de gordura retida e altas concentrações de sais, portanto seria necessária a realização de um tratamento mais complexo e eficiente para a utilização dessa água, mesmo para os fins não potáveis já descritos. Além disso, a implementação desse tipo de reaproveitamento possui maior custo devido à complexidade, o que aumentaria o tempo de retorno do capital investido. O outro motivo refere-se ao fato de a oferta de água de chuva possível de ser utilizada no local ser superior a demanda da indústria para os fins não potáveis considerados, todavia essa seria uma alternativa a considerar caso a demanda de água para fins não potáveis fosse superior a oferta de água de chuva.

## REFERÊNCIAS

ABESP-SP. Reúso de água. **SABESP**, São Paulo. Disponível em:

<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=183>>. Acesso em: 18 Junho 2016.

CORSAN. **Companhia Riograndense de Saneamento**, 2010. Disponível em:

<[http://www3.corsan.com.br/informacoes/tabelas\\_estrutura\\_tarifaria.html](http://www3.corsan.com.br/informacoes/tabelas_estrutura_tarifaria.html)>. Acesso em: 19 Junho 2016.

COSTA, D. M. A.; BARROS JÚNIOR, A. C. **Avaliação da necessidade do reúso de águas residuais**. setembro/2005. ed. [S.l.]: Revista Holos, 2005.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 14 Junho 2016.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. D. **Reúso de Água**. 1ª. ed. Barueri: Manole, 2003.

PERLMAN, H. How much water is there on, in, and above the Earth? **USGS - science for a changing world**, 2016. Disponível em: <<http://water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html>>.

Acesso em: 09 jun. 2016.

QUEIROZ, A. Blog de Alessandro Queiroz. Disponível em:  
<<http://coffeeeng.blogspot.com.br/2015/10/captacao-de-agua-da-chuva.html>>. Acesso em: 19  
Junho 2016.

TELLES, D. D. A.; COSTA, R. P. **Reúso de água**: conceitos, teorias e práticas. 2ª. ed. São  
Paulo: Blucher, 2010.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**.  
4ª. ed. São Paulo: Navegar, 2011.

HESPANHOL, I. **Manual de Conservação e reúso da água na indústria**. 1ª Edição. ed. Rio  
de Janeiro: [s.n.], 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: Tanques sépticos –  
Unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto,  
Construção e Operação. - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e  
Documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.