

# ESTUDO COMPARATIVO DE MÉTODOS DE HIERARQUIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE UVA

## COMPARATIVE STUDY OF SOLID WASTE HIERARCHICAL METHODS IN A GRAPE PROCESSING INDUSTRY

### *Marco Aurélio de Velasco Teixeira*

Médico Veterinário pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre em Gestão Ambiental pela Universidade Positivo – Curitiba (PR), Brasil.

### *Klaus Dieter Sautter*

Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutor em Engenharia Florestal pela UFPR. Professor de Gestão Ambiental, Uniandrade – Curitiba (PR), Brasil.

### *Marco Aurélio da Silva Carvalho Filho*

Químico pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP Araraquara). Mestre e Doutor em Química Analítica pela UNESP Araraquara. Professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Universidade Positivo – Curitiba (PR), Brasil.

#### **Endereço para correspondência:**

Marco Aurélio da Silva Carvalho Filho – Universidade Positivo – Avenida Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5.300 – Campo Comprido – Curitiba (PR), Brasil – E-mail: mcarvalho@up.edu.br

**Recebido:** 04/03/2016

**Aceito:** 25/08/2017

### *RESUMO*

À medida que a população mundial cresce, aumenta a necessidade de suprir a demanda de alimentos e produtos e, conseqüentemente, a geração de resíduos. A procura por práticas produtivas mais limpas incitou a realização desta pesquisa, que objetivou comparar dois métodos de hierarquização de resíduos gerados na linha de produção de uma indústria de processamento de uva, desde a chegada de insumos até a saída do produto final, a fim de propiciar a melhor forma para destiná-los. Os resíduos gerados foram qualificados e quantificados. Foram aplicados dois modelos de hierarquização: um que exige do aplicador um conhecimento matemático para ser utilizado, e o de menor complexidade, baseando-se em dados qualitativos. Destaca-se que ambos, quando aplicados, mostraram-se viáveis e eficientes no que se refere aos resultados obtidos em uma indústria de processamento de uvas, podendo, assim, servir de ferramenta em um programa de minimização de resíduos.

**Palavras-chave:** indústria; resíduos; comparação de métodos; processamento de uva.

### *ABSTRACT*

As the world population grows up, bigger is the necessity to meet the demand for food and products and the generation of waste. Looking for cleaner production practices, the objective of this research was to compare two hierarchical methods of waste generated in the production line of a grape processing industry, from the arrival of raw materials to the output of the final product in demand to provide the best way to destine them. The waste generated was qualified and quantified. Two models of hierarchy were applied: the one requires a mathematical knowledge of the researcher, while the other, proved to be less complex. Both, when applied, proved feasible and effective in regard to the results obtained in a grape processing industry and can thus serve as a tool for a waste minimization program.

**Keywords:** industry; waste; comparison of methods; processing of grape fruit.

## INTRODUÇÃO

O ser humano necessita do meio ambiente para sua sobrevivência, o que tem se tornado quase uma justificativa para que ocorra a destruição, em velocidades diferentes, dos recursos naturais disponíveis. Na visão de Campos e Leripio (2009), a relação desenvolvimento-conservação ambiental vem servindo de justificativa para danos causados pelo homem aumentando a necessidade de se estabelecer responsabilidades para que o desenvolvimento ocorra e para que haja o comprometimento de todas as áreas, inclusive do consumidor final, quando opta por produtos oriundos de fontes renováveis mais limpas. Esses autores complementam apontando que essa relação inevitável entre qualidade ambiental e desenvolvimento econômico deve ser pacífica, pois os envolvidos são dependentes entre si, e que o diferencial está nas empresas, que para se tornarem mais competitivas, buscam o aumento da produtividade aliado à conscientização, cada dia maior, de que os recursos naturais são finitos.

Cada vez mais, os investidores percebem o comprometimento econômico sustentável das empresas como aprimoramento da estratégia gerencial e são estimulados a diversificar suas aplicações financeiras em companhias “sustentáveis” (HOTI *et al.*, 2005).

As empresas estão focadas no aumento da produção; na visão de Grubhofer (2006), para que isso ocorra em um curto espaço de tempo, as companhias precisam focar na preservação da qualidade dos produtos pensando em um menor uso de insumos e buscar sempre a preservação de recursos naturais, por meio da redução de custos e da otimização do uso dos recursos disponíveis, o que atrai investidores e as torna, conseqüentemente, mais competitivas.

O gerenciamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos é assunto principal nos debates de desenvolvimento sustentável, quando se visualiza que os processos de gerar, tratar e dispor esses detritos corretamente influenciam diretamente no meio ambiente. Gerenciar os resíduos adequadamente induz ao ideal de desenvolvimento sustentável, principalmente se a atuação tiver como primeiro e principal propósito reduzir a quantidade de resíduo (HOLT *et al.*, 2000). Com a finalidade de igualar as condutas aplicadas no Brasil àquelas de países mais desenvolvidos, a Lei nº 12.305/10 criou a

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e instituiu a importância da redução de geração de resíduos, propondo a prática de hábitos de consumo sustentáveis e criando instrumentos que estimulam a reciclagem, a reutilização de resíduos sólidos que tenham valor econômico e ainda possam ser utilizados, bem como a destinação de forma ambientalmente adequada. Com essas práticas, a meta do país seria alcançar um índice de reciclagem de 20% até o ano de 2015 (BRASIL, 2010).

Na visão de Matos e Schalch (2000), as indústrias estão à procura de soluções para a minimização de seus resíduos por meio do emprego de medidas que visam minimizar a quantidade de resíduos gerados no processo de produção. Tais posturas têm se mostrado eficientes no atendimento às legislações, na redução de gastos, na manutenção de uma imagem ambientalmente correta das indústrias e na diminuição da degradação do meio ambiente. Os autores afirmam, ainda, que uma grande dificuldade consiste em mudar o conceito de lixo dado ao resíduo ou a denominação de resto de processo produtivo, visto que normalmente não se considera seu potencial energético para outros processos.

Para UNEP (2000), minimizar resíduos é o resultado da combinação de conservar o máximo de materiais, pelo uso sustentável da água e pelo menor dispêndio de energia, buscando não fazer uso de materiais tóxicos e minimizando a periculosidade e a carga tóxica de emissões.

Segundo Leite e Pawlowsky (2005), quando se associa a utilização de um modelo matemático à prática de se minimizar resíduos, a metodologia torna-se de grande importância no detalhamento de soluções visando ao gerenciamento de resíduos industriais gerados.

Para que se forme um conceito até que se possa tomar alguma decisão referente à minimização dos possíveis impactos ambientais em uma indústria, é preciso que haja um estudo cuidadoso das diversas alternativas disponíveis. Como ferramenta para esse propósito, a opção escolhida foi usar um método de análise multicritério por meio de um modelo matemático no qual se utilizam alguns critérios previamente estabelecidos e que devem ser posteriormente julgados de maneira hierárquica, de acordo com o modelo utilizado por Nisgoski (2007).

Na proposta de Satty (1991), os resíduos depois de identificadas, poderiam ser agrupadas de forma distinta em conjuntos, o que conceituaria a hierarquia de uma forma particular, fazendo com que fosse possível explicar o modelo de Análise Hierárquica que facilite as empresas no momento de se tomar uma decisão.

Para Silva e Mischel (2005), os métodos de avaliação multicritério são capazes de diferenciar melhor os resultados obtidos quando se está diante de uma estrutura com variáveis que permitem trabalhar tanto quantitativamente quanto qualitativamente. Em problemas envolvendo decisões mais complexas, existem outros critérios dos quais poderia se lançar mão para uma tomada de decisão final entre as várias formas propostas. Defendem ainda que, por meio da modelagem matemática, a Análise de Decisão Multicritério é capaz de

padronizar o processo de tomada de decisão, auxiliando na resolução de problemas que entravam diversos objetivos a serem alcançados simultaneamente.

A indústria nacional de bebidas tem enorme importância no cenário econômico. Isso é comprovado quando se revela que o Brasil, em um contexto mundial, figura como o terceiro maior fabricante e consumidor de refrigerantes. Quanto à produção de sucos, isotônicos e bebidas energéticas, esse mercado movimentava cerca de 250 milhões de L.ano<sup>-1</sup>, seguido da produção de destilados, com 1,3 bilhão de L.ano<sup>-1</sup> (SICM, 2010). O vinho coloca o Brasil na 16ª colocação no cenário mundial, com fabricação de 360 milhões de L.ano<sup>-1</sup> (UVIBRA, 2013).

A proposta deste trabalho foi elaborar um programa de hierarquização de resíduos para uma indústria de processamento de uva.

## METODOLOGIA

### Descrição da empresa e do processo produtivo

O presente trabalho foi realizado em uma indústria de processamento de uvas localizada na Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. A empresa possui 98 trabalhadores e, dentre as aproximadamente 800 vinícolas brasileiras, é a maior, com capacidade para esterilizar, rotular e envasar 37.000 garrafas h<sup>-1</sup> em suas 4 linhas de

produção. A indústria, em 2010, processou 18 milhões de L, entre sucos, vinhos e espumantes, equivalente a 8,5% da produção nacional. Sua maior produção dos derivados da uva vem do Estado do Rio Grande do Sul: na Serra Gaúcha, absorve a safra produzida por 1.200 famílias de agricultores, conforme vídeo institucional da empresa.

### Metodologia para identificação e quantificação dos resíduos

A indústria estudada é geradora de aproximadamente 24 t de resíduos mensais, majoritariamente vidro, lodo, *pallets*, rótulos, papelão e plásticos. Os resíduos analisados no presente trabalho foram provenientes única e exclusivamente da linha de produção e envase da indústria, não levando em consideração outras origens, como escritório, cozinha e refeitório.

Preliminarmente, foi feita uma observação minuciosa *in loco*, para se identificar os pontos geradores de cada resíduo e o modo de trabalho dos manipuladores e coletores. Não foram feitas alterações no modo de trabalho e na rotina dos coletores; assim sendo, eles agiam conforme seu modo de operação diário. No momento da quantificação, os resíduos foram captados nos se-

tores em que foram gerados; posteriormente, foram agrupados por tipo em um local especificado na indústria e, a cada montante coletado, era solicitada a presença da empresa coletora, para correta destinação. A pesagem total era feita na própria empresa, quando da saída do caminhão, e o controle feito por meio de fichas de quantificação de resíduos que ficavam na portaria da empresa. Este trabalho de coleta de dados transcorreu de maio de 2013 a maio de 2014.

Após a coleta dos dados, foram aplicados dois métodos diferentes de hierarquização de resíduos, bem como realizada a comparação dos resultados entre os dois modelos, quando aplicados a uma indústria de processamento de uvas.

### *Método de priorização adotado por Scaramal (2002)*

Scaramal (2002) utilizou um modelo de priorização de resíduos adaptando os modelos do Sistema de Gestão Ambiental e o modelo do Manual de Oportunidade de Minimização de Resíduos (PNUD, 1998; VITERBO JÚNIOR, 1998), que seleciona sete critérios para serem priorizados, considerando as necessidades da empresa em estudo. Esses critérios receberam pesos (escala de 1 a 3) proporcionais à sua importância.

Os símbolos utilizados no *Qualify Function Deployment* foram adotados para quantificar os impactos e foi utilizada a série de 3<sup>n</sup>; assim sendo, pôde-se adotar números valorando em relação à probabilidade de que um evento ocorra (ANDRETTA, 2000).

Inexistente ou fraca: 3<sup>0</sup> = 1

Mediana: 3<sup>1</sup> = 3

### *Atendimento à legislação*

Neste item foi verificado se o destino dado aos resíduos e se suas manipulações atendem às legislações.

Foram atribuídos os seguintes valores:

- 1: se a disposição e a manipulação dos resíduos estão em conformidade com a legislação;
- 3: se a disposição e a manipulação dos resíduos estão em conformidade, mas podem ser melhoradas para se adequar a mudanças futuras da legislação;

### *Valores gastos para o tratamento do resíduo*

Neste item foram verificados os valores a serem gastos pela empresa quando for necessário o deslocamento para dispor os resíduos.

Valoração:

- 1: se não houver custos para atender;

### *Potenciais riscos à segurança*

Neste item, foram avaliados os resíduos pertencentes às classes I e II-A, visto que esses são os possíveis geradores de risco à saúde humana e, conseqüentemente, à segurança dos manipuladores. Os resíduos classifi-

Alta 3<sup>2</sup> = 9

Quando se utiliza o método em que se dá valores a uma prioridade, segundo Vilas Boas (2003), há intenção de transformar um dado em número. A verbalização adotada, nesse caso entre 1 e 9, serve para quantificar e comparar os itens relacionados.

Os números ímpares são usados para assegurar razoável distinção entre os pontos da medição, ao passo que os pares só devem ser adotados quando o consenso natural não for alcançado entre os avaliadores, havendo necessidade de uma solução negociada (SATTY, 1980).

Scaramal (2002) sugere que as empresas utilizem essa ferramenta, pois essa forma de avaliação é prática e de fácil implementação quando utilizada para avaliar os aspectos de formação e os impactos ambientais gerados de acordo com os dados colhidos.

9: se a disposição e a manipulação dos resíduos não atendem às conformidades legais ou se os resíduos não são dispostos de maneira legal, a empresa pode ficar sujeita a sanções legais, tendo até mesmo de arcar com a recuperação de áreas de aterro.

Por ser um item importante, este recebeu peso 2. Assim sendo, resíduos devidamente dispostos não deixam a empresa passível de receber multas que onerariam no custo final.

3: se os custos forem até 20.000 reais.ano<sup>-1</sup>;

9: se os custos forem acima de 20.000 reais.ano<sup>-1</sup>.

Para este item foi atribuído peso 1 e foram priorizados resíduos cuja destinação é mais dispendiosa à empresa.

cados como II-B receberam valor 1 por não causarem danos à saúde.

Serão dados os seguintes valores:

- 1: para resíduos com os quais os funcionários não têm contato durante nenhuma etapa de produção;
- 3: para resíduos em que há possibilidade de contato direto com o manipulador;

### *Quantidade de resíduo gerada na indústria*

Para análise deste item, foi considerado o volume do resíduo gerado entre maio de 2013 e maio de 2014, de acordo com a coleta realizada nos diversos pontos da linha de produção da empresa.

Serão dados os seguintes valores:

- 1: até 20.000 kg.ano<sup>-1</sup> de resíduo;

### *Classificação dos resíduos gerados na indústria*

Os resíduos foram classificados conforme a NBR 10004 (ABNT, 2004), em que são separados por classes.

Serão atribuídos os seguintes valores:

- 1: para os resíduos gerados que pertencerem à classe II-B (inertes);
- 3: para os resíduos gerados que pertencerem à classe II-A (não inertes);

### *Facilidades de minimização dos resíduos*

Devido ao fato de existirem medidas para minimizar os resíduos que não geram gastos para a indústria, foi adotado este item também como uma medida de priorização de destinação.

- 1: quando não houver necessidade de investimentos para minimizar resíduos;

### *Capacidade de agregar valores à recuperação de subprodutos*

Foi analisada, na indústria de processamento de uvas, a possibilidade de transformar o resíduo agregando valor a ele ou fazer com que não haja custo maior no seu processo de formação e disposição.

Foram dados os seguintes valores a este item:

- 1: para quando o resíduo não for mais oneroso para a empresa a partir de sua minimização;

- 9: para resíduos em que é inevitável o contato direto do funcionário.

Para este item, foi adotado peso 1 e serão prioritários os possíveis causadores de dano tanto à segurança quanto à saúde dos funcionários.

- 3: de 20.000 kg.ano<sup>-1</sup> a 50.000 kg.ano<sup>-1</sup> de resíduo;

- 9: acima de 50.000 kg.ano<sup>-1</sup> de resíduo.

Este item recebeu peso 1 e a prioridade foi dada a resíduos gerados em maior quantidade, haja vista a necessidade de estocagem.

- 9: para os resíduos gerados que pertencerem à classe I (perigosos).

Este é um quesito de grande importância e pode dimensionar um impacto, dependendo de seu destino correto, por isso foi adotado peso 2, com o objetivo de priorizar os resíduos mais perigosos.

- 3: quando for necessário investir e o retorno ocorrerá em curto prazo;

- 9: quando for necessário investir e o retorno poderá ocorrer em longo prazo.

Foi atribuído para este item o peso 1.

- 3: se a empresa conseguir com sua comercialização uma receita de até R\$ 10.000,00.mês<sup>-1</sup>;

- 9: se empresa conseguir com a sua comercialização um valor acima de R\$ 10.000,00.mês<sup>-1</sup>.

Consideramos que, com a receita gerada na comercialização do resíduo, a empresa poderá investir em novos projetos, com o intuito de melhorar sua minimização — este item torna-se muito importante e, por isso, adotou-se o valor 3.

### Número de prioridade

A última coluna da Tabela de Prioridades é a do Número de Prioridades (N.P.), que é a somatória dos itens anteriores multiplicados pelos seus respectivos pesos, conforme a Equação 1:

$$N.P. = A \times P_A + B \times P_B + C \times P_C + D \times P_D + E \times P_E + F \times P_F + G \times P_G \quad (1)$$

Em que:

A: legislação;

B: custos para tratamento do resíduo;

C: riscos potenciais à segurança;

D: quantidade gerada de resíduo;

E: classificação do resíduo;

F: potencial (ou facilidade) de minimização;

G: potencial de recuperação de subprodutos com valor agregado;

N.P.: número de prioridades.

### Método de priorização adotado por Cercal (2000)

Para o modelo matemático de Cercal (2000), “equipamentos” são a parte física do processo de produção; e os “produtos”, o fruto do processamento dos materiais. Esse método consiste basicamente em priorizar os resíduos sob três enfoques diferentes:

- O aspecto econômico, incluídos os fatores ambientais e técnicos;
- Os riscos gerais que a geração do resíduo representa, seja para a imagem da empresa, para a saúde dos seus trabalhadores ou para moradores vizinhos e comunidades adjacentes;
- A maior ou menor condição que a empresa tem em disponibilizar recursos humanos, financeiros

e técnicas que possibilitem a diminuição da carga residual.

Segundo Cercal (2000), esses estudos foram desenvolvidos separadamente por dois motivos principais:

- Para que o usuário possa selecionar suas prioridades para a minimização de resíduos sob três enfoques importantes e essencialmente diferentes;
- Para evitar o risco de chegar a uma solução heurística, em um único modelo geral, embora matematicamente coerente, não seria muito representativa da realidade, por misturar diferentes categorias de conceitos.

### Análise do resíduo por valor

Diante da análise por valor a ser efetuada, o método de minimização considera não só o aspecto ambiental para hierarquizar os resíduos, mas também as quantidades geradas, os custos para se gerenciar os resíduos, o destino final, o valor dos materiais e o grau de alteração (CERCAL, 2000).

Quanto ao destino dado aos resíduos, Cercal (2000) dividiu as possibilidades em 25 classes, de acordo com a natureza do resíduo, se o material pode ser útil como matéria-prima, subproduto ou combustível e se ele foi beneficiado ou não antes de ser disposto. Cercal (2000) criou uma variável que consiste no índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos (IPHMR) e na alteração percentual admitida para o valor percentual do resíduo.

O IPHMR é uma constante e representa a posição da classe de destinação na escala de hierarquia de prio-

riedades da teoria de minimização de resíduos; assim sendo, esse valor poderá variar de -1,8 a +1,0; quanto maior o valor, mais prioritário será destinar o resíduo.

A alteração percentual é admitida para o valor do resíduo em função da composição de sua massa e do valor dos materiais nele contidos. Esse valor pode ser calculado de acordo com essa composição de massa percentual ponderada e a alteração percentual admitida para o valor de cada material que o compõe, sendo que o valor estabelecido pode variar de 0,5 (50%) ao valor máximo a ser definido conforme os cálculos (CERCAL, 2000).

Foi adotado valor igual a 1 para a variável  $W_k$ , por se tratar de 100% do resíduo fabricado, o qual, por representar prejuízo para a empresa, deverá ter tratamento prioritário. Em contrapartida, se o resíduo representar lucro, terá maior valor total.

### *Análise do resíduo por risco*

De acordo com Cercal (2000), esta análise considera:

- Danos à saúde humana, aos funcionários e às comunidades adjacentes;
- Reclamações da vizinhança;
- Ocorrência de penalidades em decorrência do resíduo;
- Existência de dados sobre o resíduo;
- Sua periculosidade, de acordo com a NBR 10004 (2004).

Para cada análise, é realizado um conjunto de quatro perguntas, e cada pergunta ganha um valor numérico fornecendo um valor total para a análise de um modo geral. As perguntas têm critérios variáveis e pesos diferenciados para cada questão (CERCAL, 2000).

1. Existem dados reais ou estimados referentes às quantidades de geração e composição dos resíduos?

### *Análise do resíduo de acordo com a facilidade em minimizá-lo*

Este item foi baseado em perguntas em que havia a opção de responder “sim” ou “não”, atribuindo-se diferentes pesos, e está relacionado à possibilidade de a empresa alocar recursos financeiros, técnicos e humanos direcionados a projetos que visem a minimizar resíduos, conforme Cercal (2000). Poderá ocorrer de

### *Análise global dos resíduos*

Apesar de Cercal (2000) defender que a análise hierárquica deve ser calculada de forma separada em relação aos três critérios avaliados, Timofiecsyk (2001) fez uma adaptação: uniu-os e criou a análise global dos resíduos, que representa a somatória da hierarquização de cada resíduo de acordo com a sua colocação na análise por critérios, multiplicada pelo peso dado a cada uma. Para tal análise, foram usados os pesos empregados por Timofiecsyk (2001), que atribuiu valores de 1 a 3, enfatizando a análise de risco, seguida da análise de custo e da facilidade de minimização. Nesse caso, a análise global geral tornaria mais fácil a comparação entre os métodos adotados por Cercal (2000) e Scaramal (2002).

Pesos atribuídos:

- 1: peso da análise de facilidade de minimização;

2. Existe alguma ocorrência em que o resíduo em questão tenha causado algum malefício a funcionários?
3. Alguma vez algum vizinho ou adjacente reclamou do resíduo em questão?
4. Já ocorreram penalidades à empresa aplicadas por instituições públicas em decorrência do despejo de tal resíduo?

Para a pergunta 1, Cercal (2000) adotou as respostas “sim” ou “não”; para as demais perguntas, as opções são “já ocorreu”, “em potencial” e “isento”. O resíduo prioritário será o que tiver a resposta “sim” para a primeira pergunta e/ou “já ocorreu” para as perguntas 2, 3, e 4. Quando as respostas forem “não” e “isento”, terão peso 0. Para as respostas “em potencial”, o peso é tabelado conforme Cercal (2000).

a soma das perguntas ser positiva, caso em que o resultado será multiplicado pelo custo da minimização. Se tivermos uma soma negativa das perguntas, esta será dividida pelo custo (CERCAL, 2000). Nesse caso, quanto menor o valor do cálculo, maior a facilidade da empresa em minimizar a produção de resíduos.

2: peso da análise de custo;

3: peso da análise de risco.

Para resultado final, utilizou-se a Equação 2:

$$AG = [(Rac \times Pac) + (Rar \times Par) + (Rfm \times Pfm)] / SP \quad (2)$$

Em que:

AG: análise global;

Rac: resultado da análise de custo;

Pac: peso da análise de custo;

Rar: resultado da análise de risco;

Par: peso da análise de risco;

Raf: resultado da análise de facilidade de minimização;

Paf: peso da análise de facilidade de minimização;

SP: soma dos pesos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia proposta pelos dois métodos aplicados neste trabalho, são apresentados os resultados obtidos a partir da identificação dos resíduos gera-

dos e quantificados na empresa estudada, no período de maio de 2013 a maio de 2014.

### Identificação e quantificação dos resíduos

#### *Sucata de vidro*

A sucata de vidro, na sua maioria, é proveniente das linhas de envase, quando as garrafas e os garrafões são danificados ao caírem da esteira, bem como resulta de um processo de eliminação das garrafas identificadas com o nome da empresa, para que não sejam utilizadas por terceiros. Não há uma separação por

tipo, tamanho ou cor, e os dejetos são depositados em uma mesma caçamba, que é retirada pela empresa coletora quando se encontra em um determinado nível de preenchimento.

A quantidade total de resíduo de vidro gerada de maio de 2013 a maio de 2014 foi de 118.730 kg.

#### *Lama da estação de tratamento de efluentes*

A empresa possui uma estação de tratamento de esgoto (ETE) capaz de tratar 40.000 L de efluentes por dia. O líquido tratado é oriundo da lavagem dos tanques de armazenagem de suco de uva ou vinho, da lavagem, esterilização e higienização das garrafas e de todo o maquinário envolvido no processo de envase da linha de produção, inclusive esteiras e piso, realizado em três situações, diariamente, antes de se iniciar o processo de produção, quando há mudança de produto a ser

envasado no transcorrer do dia e ao término do trabalho. Esse líquido é coletado e passa por um processo de tratamento antes de ser destinado à rede de esgoto, gerando, assim, um lodo que é depositado em uma caçamba e, quando necessário, destinado a um aterro de classe II por uma empresa terceirizada.

a quantidade total de lodo gerada e disposta em aterro entre maio de 2013 e maio de 2014 foi de 54.220 kg.

#### *Rótulos e tampas (resíduo misto)*

Estes resíduos são originados nas linhas de produção, expedição e recebimento. São depositados em uma mesma caçamba coletora materiais inutilizados da linha de produção, como, por exemplo, tampas de garrafas, rolhas e rótulos que não passaram no controle de qualidade, e retirados na lavadora de garrafas,

além de aparas de arame e plásticos, pedaços de madeira e papel, que são destinados posteriormente a um aterro de classe II pela empresa coletora. A quantidade total dos resíduos rótulos e tampas (resíduo misto) gerada de maio de 2013 a maio de 2014 foi de 21.720 kg.

#### *Papelão e tubetes*

O resíduo de papelão gerado, na sua maioria, tem origem no almoxarifado: é proveniente de caixas que envolvem os materiais a serem utilizados no envase, na produção e na expedição do produto final, além dos tubetes de papelão nos quais vêm os rótulos utilizados nos vasilhames, além dos filmes

plásticos *stretch* utilizados no setor de expedição de produtos finalizados já prontos para serem comercializados, além de sacos de papelão que acondicionam produtos usados no setor de enologia. A quantidade total de resíduo papelão e tubetes gerada de maio de 2013 a maio de 2014 foi de 46.220 kg.

#### *Plástico filme stretch*

O filme *stretch* é um resíduo gerado em quantidade significativa e é proveniente do setor de despaletização

das garrafas. As garrafas a serem envasadas na linha de produção chegam de seu fornecedor embaladas

em *pallets*, separadas em camadas por chapas de pisos de madeira laminados e envoltas por plástico filme *stretch*, que dá ao bloco de garrafas uma firmeza para que ele seja movido de forma segura, sendo retirado manualmente pelos funcionários antes de esses blocos

### Plástico misto

Os plásticos deste item são compostos pela fita de amarração que sustenta os *pallets* de garrafas, por suportes plásticos de garrafão de 5 L, por baldes de acondicionamento da cola utilizada no setor de rotulagem das garrafas e diversos outros plásticos oriundos do

### Resíduo metálico

Esse resíduo é proveniente de materiais e peças de máquinas já sucateados, danificados, trocados ou desativados na indústria, que são armazenados em um galpão separado e posteriormente descartados. A retirada desse material é feita sempre que há a necessi-

serem colocados na esteira automática com destino à linha de produção.

A quantidade total de resíduo plástico filme *stretch* gerada de maio de 2013 a maio de 2014 foi de 29.920 kg.

almoxarifado, quando do recebimento de materiais de consumo na linha de produção e expedição.

A quantidade total desse resíduo plástico misto gerada de maio de 2013 a maio de 2014 foi de 11.630 kg.

dade de liberação de espaço físico no galpão onde eles são estocados.

A quantidade total de resíduo metálico gerada de maio de 2013 a maio de 2014 foi de 6.360 kg.

## Hierarquização dos resíduos com a aplicação do método adotado por Scaramal (2002)

Com os resíduos devidamente identificados e quantificados, primeiramente foi aplicado o método de hierarquização adotado por Scaramal (2002). A disposição dos resíduos atende às legislações vigentes; em relação à sucata de vidro e rótulos e tampas, tais resíduos receberam peso diferenciado, o que possibilitou uma seleção antes da disposição final. Em relação ao lodo da ETE, aos rótulos e às tampas, receberam valor 3 por serem passíveis de melhoria de tratamento em relação à eficiência e à seleção, visto que podem ser instalados recipientes para coleta desses materiais em algumas seções, tentando diminuir a quantidade dos resíduos rótulos e tampas, os quais geram despesas para a empresa fazer a sua disposição de forma correta.

Os valores gastos para a destinação e tratamento dos resíduos lodo da ETE, rótulos e tampas foram maiores pelo fato de o preço a ser pago ser proporcional à quantidade gerada; assim sendo, como o lodo da ETE foi gerado em maior quantidade, recebeu um peso maior.

Em relação aos riscos à segurança que os resíduos podem trazer aos funcionários, por serem todos os resíduos pertencentes à classe II-A, receberam o mesmo valor; somente o lodo da ETE recebeu peso 3 na classificação por não haver manipulação direta, diferente-

mente do restante, que recebeu peso 9 por ter manipulação de funcionários.

Todos os resíduos receberam peso 3, de acordo com a classificação da ABNT 1004 (ABNT, 2004). No item “facilidade de minimização”, todos os resíduos receberam peso 3 por se estimar que com poucos investimentos seria possível diminuir a quantidade gerada e, conseqüentemente, o retorno com os gastos viria em curto prazo.

O potencial de recuperação de subprodutos com valor agregado deu mais valor aos resíduos papelão, tubetes e plástico filme *stretch*, por serem resíduos gerados em maior quantidade e por possuírem maior valor residual, conseqüentemente gerariam maior lucro à empresa e esse dinheiro poderia ser revertido para implantação de novos projetos com o objetivo de minimizar os resíduos. Os menores valores foram atribuídos para o lodo da ETE e para o resíduo rótulos e tampas por não gerarem lucro, e sim despesas para a indústria. Tal item, pelo alto peso recebido como fator de multiplicação e por dar mais valor aos resíduos gerados em maior quantidade, inverteu a ordem de prioridade que vinha se estabelecendo de acordo com a análise dos itens anteriores e passou a ser um fator essencial para o resultado final do N.P.

Após análise e multiplicação de cada resíduo pelo seu respectivo peso, foi aplicada a equação do N.P., item que define a hierarquização dos resíduos prioritários a

serem tratados na empresa estudada, segundo a aplicação do método empregado por Scaramal (2002); os resultados são apresentados na Tabela 1.

### Hierarquização dos resíduos com a aplicação do método adotado por Cercal (2000)

Após devida identificação e quantificação dos resíduos, aplicou-se o método de hierarquização de-

envolvido por Cercal (2000) aos resíduos gerados na empresa.

#### Análise dos resíduos por valor

Para sintetizar as informações obtidas, estabelecer as classes de destinação e os parâmetros matemáticos dos resíduos, foi estipulado o destino dado a cada um, caracterizando-os e enquadrando-os na classe de disposição dos resíduos; esses dejetos foram analisados em relação a: valor unitário, alteração percentual admissível para o valor unitário do resíduo, custo unitário de beneficiamento do resíduo, custo unitário de transporte do resíduo, custo unitário de tratamento e disposição do resíduo, custo unitário de geração e per-

manência do resíduo, retorno obtido conforme a disposição do resíduo e índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos (IPHMR); os resultados são apresentados na Tabela 2.

A Tabela 3 mostra os valores médios em relação aos valores de custo ou retorno para cada resíduo, em que os valores positivos se referem aos resíduos que geram lucro, e os negativos, aos que geram despesa para a empresa. Assim sendo, os resíduos lodo da ETE, rótulos e tampas,

**Tabela 1 – Resultados obtidos por ordem de prioridade com a aplicação do método de Scaramal (2002).**

Resíduo avaliado	Número de prioridade decrescente
Papelão e tubetes	51
Filme <i>stretch</i>	51
Lodo da ETE	39
Sucata de vidro	39
Plástico misto	35
Rótulos e tampas	33
Resíduo metálico	31

ETE: estação de tratamento de esgoto.

**Tabela 2 – Análise dos resíduos por valor com a aplicação do método de Cercal (2000).**

Resíduo avaliado	IPHMR
Papelão e tubetes	++0,2
Filme <i>stretch</i>	++0,2
Lodo da ETE	-0,6
Sucata de vidro	+0,2
Plástico misto	+0,2
Rótulos e tampas	-0,6
Resíduo metálico	+0,2

IPHMR: índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos; ETE: estação de tratamento de esgoto.

por gerarem custo para sua disposição, receberam valores negativos; os demais receberam valores positivos.

Para todos os resíduos, os custos de geração, permanência e beneficiamento receberam o valor 0 por não serem beneficiados na própria empresa, por não haver gastos com a estocagem e por não se ter uma estimativa do custo de cada resíduo em relação ao produto que o origina.

Após calculados o IPHMR, o valor unitário não corrigido, o fator de correção do resíduo, o valor unitário do resíduo

corrigido, juntamente com os dados da quantidade de cada resíduo gerado e o valor do resíduo corrigido, chegou-se ao valor de cada resíduo em relação ao seu custo de produção e destinação, ficando o lodo da ETE como sendo o resíduo mais prioritário, seguido pelo resíduo rótulos e tampas, que sofreu influência principalmente por serem resíduos que geram custos para sua disposição e pela quantidade gerada de cada um. Os resíduos que geram lucro para a empresa foram menos prioritários quando aplicada a equação global de valor, sendo diferenciados pelo valor pago a cada um e pelo volume gerado, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 3 – Variáveis para cálculo do valor unitário do resíduo não corrigido.**

Resíduo	Valor unitário do resíduo (\$ <sup>+</sup> )	Custo de beneficiamento (\$ <sup>-</sup> <sub>B</sub> )	Custo de transporte (\$ <sup>-</sup> <sub>T</sub> )	Custo de tratamento e disposição (\$ <sup>-</sup> <sub>TD</sub> )	Custo de geração e permanência (\$ <sup>-</sup> <sub>GP</sub> )	Retorno obtido (\$ <sup>+</sup> <sub>R</sub> )	\$'
Sucata de vidro	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,08	R\$ 0,08
Lodo da ETE	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,37	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-R\$ 0,37
Rótulos e tampas (misto)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,37	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-R\$ 0,37
Papelão tubetes	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,28	R\$ 0,28
Plástico filme <i>stretch</i>	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,70	R\$ 0,70
Plástico misto	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,05	R\$ 0,05
Resíduos metálicos	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,08	R\$ 0,08

ETE: estação de tratamento de esgoto.

**Tabela 4 – Resultado da análise global por valor.**

Resíduo	IPHMR	Valor unitário não corrigido	Fator de correção do resíduo	Valor unitário do resíduo corrigido	Quantidade do resíduo (kg)	Valor total do resíduo corrigido	Ordem de prioridade por valor
Sucata de vidro	+0,2	R\$ 0,08	1,09	R\$ 0,09	118.730	R\$ 10.353,26	5
Lodo da ETE	-0,6	-R\$ 0,37	1,76	-R\$ 0,65	54.220	-R\$ 35.308,06	1
Rótulos e tampas (misto)	-0,6	-R\$ 0,37	1,76	-R\$ 0,65	21.720	-R\$ 14.144,06	2
Papelão tubetes	+0,2	R\$ 0,28	1,09	R\$ 0,31	46.220	R\$ 14.106,34	6
Plástico filme <i>stretch</i>	+0,2	R\$ 0,70	1,09	R\$ 0,76	29.920	R\$ 22.828,96	7
Plástico misto	+0,2	R\$ 0,05	1,09	R\$ 0,05	11.630	R\$ 633,84	4
Resíduos metálicos	+0,2	R\$ 0,08	1,09	R\$ 0,09	6.360	R\$ 554,59	3

IPHMR: índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos; ETE: estação de tratamento de esgoto.

### Análise dos resíduos por risco

A Tabela 5 resume as variáveis analisadas para se determinar a prioridade dos resíduos em relação ao risco em potencial que eles podem representar no processo de produção da indústria em estudo. Para todos os resíduos existiam dados de quantificação e identificação, portanto eles receberam a mesma resposta. O resíduo sucata de vidro foi determinado como sendo potencial causador de danos à saúde, visto que os trabalhadores que o manipulam são passíveis de corte. Nenhum dos resíduos foi alvo de reclamação ou denúncia por parte dos vizinhos. A lama de ETE já fez com que a empresa recebesse uma autuação por estar temporariamente

### Análise dos resíduos por facilidade de minimização

Para esta análise, foram considerados: viabilidade técnica e recursos financeiros e humanos para se minimizar os resíduos. De acordo com as perguntas estipuladas por Cercal (2000), as respostas aceitas foram “sim” e “não”, e para cada resposta foi determinado um peso específico; sendo a resposta positiva, esse peso, de acordo com o modelo proposto, deverá ser multiplicado pelo valor do custo de minimização. Foi estipulado peso “3” para o custo muito elevado, “2” para custo alto, “1” para custo baixo e “0” para custo muito baixo.

Assim sendo, resíduos que aparentemente são favoráveis para sofrer minimização receberam peso nega-

### Análise global dos resíduos

Após feita a análise dos resíduos por valor, por risco e por facilidade de minimização, para uma melhor com-

em desacordo aos níveis toleráveis de demanda bioquímica de oxigênio após o tratamento final, o que foi prontamente corrigido com a adequação do processo. Todos os resíduos foram enquadrados como pertencentes à classe II-A, não inertes.

A par de todos esses dados, após feita a análise global em relação ao risco, chegou-se à conclusão de serem mais prioritários os resíduos sucata de vidro, dado o seu potencial causador de danos à saúde de funcionários, e lama de ETE, por já ter sido fonte de penalização à empresa. Os demais resíduos tiveram como fator de desempate para sua colocação a quantidade gerada.

tivo, enquanto os mais difíceis de se minimizar foram valorizados como positivos. A ordem obtida foi: plástico misto, sucata de vidro, resíduos metálicos, rótulos e tampas, plástico filme, papelão tubetes e lodo da ETE.

Os resíduos plástico misto, sucata de vidro, resíduo metálico e rótulos e tampas obtiveram mais respostas “sim” e, por possuírem um custo para minimização baixo, tiveram um custo para minimização menor. Já plástico filme, *stretch*, papelão, tubetes e lodo da ETE tiveram um custo mais elevado para serem minimizados.

paração com o método utilizado por Scaramal (2002), foi dado um peso para cada item e os resultados foram

**Tabela 5 – Resultados da análise por risco com aplicação do método de Cercal (2000).**

Resíduo	Existem dados?	Danos à saúde?	Reclamações?	Penalizações?	Periculosidade	$\Sigma Q_{jk}$	R	Ordem
Sucata de vidro	Sim	Em potencial	Isento	Isento	2	4	2,0	2
Lodo da ETE	Sim	Isento	Isento	Já ocorreu	2	1	0,5	1
Rótulos e tampas (misto)	Sim	Isento	Isento	Isento	2	0	0,0	5
Papelão tubetes	Sim	Isento	Isento	Isento	2	0	0,0	3
Plástico filme <i>Stretch</i>	Sim	Isento	Isento	Isento	2	0	0,0	4
Plástico misto	Sim	Isento	Isento	Isento	2	0	0,0	6
Resíduos Metálicos	Sim	Isento	Isento	Isento	2	0	0,0	7

ETE: estação de tratamento de esgoto.

multiplicados pela ordem de prioridade dos mesmos para cada análise, chegando a um total global do método, conforme apresentado na Tabela 6; concluiu-se que

lama de ETE consiste em resíduo prioritário, seguida por sucata de vidro, rótulos, tampas, papelão, tubetes, plástico misto e, finalmente, resíduo metálico.

## CONCLUSÕES

Depois de aplicados os métodos de Scaramal (2002) e Cercal (2000), verificou-se que tais instrumentos de análise demonstram ser de grande valia quando implantados em uma indústria de processamento de uva, por analisarem os resíduos valorando-os sob aspectos semelhantes, mas de formas diferenciadas, ou seja, risco, valor, quantidade gerada, classificação da ABNT, custos de tratamento e legislações.

Algumas adaptações podem ser feitas em ambos os métodos, para serem aplicados em uma indústria de

processamento de uvas. Quando da aplicação do método usado por Scaramal (2002), este demonstrou ser mais simples, de fácil entendimento e utilização, podendo ser realizado de forma rápida a partir de uma coleta de dados que fosse representativa. Ao item em que se analisa o cumprimento das legislações vigentes, deveria ser dado um peso diferenciado devido a sua grande importância, visto que, além de estar o resíduo em conformidade com as leis, quando for dada a sua destinação correta, ao infringir tal item, estaria a empresa passível a pesadas multas ambientais, tendo de

Tabela 6 – Comparação global final dos resíduos obtido pelo método de Cercal (2000).

Resíduo	Facilidade de minimização		Peso 1		Resultado 1	Análise por custo		Peso 2		Resultado 2	Análise por risco		Peso 3		Resultado 3	Soma dos resultados	Ordem de priorização
Sucata de vidro	2	x	1	=	2	5	x	2	=	10	2	x	3	=	6	18	2
Lodo da ETE	7	x	1	=	7	1	x	2	=	2	1	x	3	=	3	12	1
Rótulos e Tampas (misto)	4	x	1	=	4	2	x	2	=	4	5	x	3	=	15	23	3
Papelão tubetes	6	x	1	=	6	6	x	2	=	12	3	x	3	=	9	27	4
Plástico filme <i>Stretch</i>	5	x	1	=	5	7	x	2	=	14	4	x	3	=	12	31	7
Plástico misto	1	x	1	=	1	4	x	2	=	8	6	x	3	=	18	27	5
Resíduos metálicos	3	x	1	=	3	3	x	2	=	6	7	x	3	=	21	30	6

ETE: estação de tratamento de esgoto.

adequar novos processos para sua correção; e, por serem penalizáveis, esses resíduos, com certeza, devem ser causadores de impactos ambientais significativos ou danos à saúde dos funcionários de uma empresa.

Quando se aplicou o método usado por Scaramal (2002) em um estabelecimento de processamento de uvas, no seu item potencial de recuperação de subprodutos com valor agregado, ao utilizar o peso 3 como fator de multiplicação, provocou-se uma mudança na ordem de priorização final, que passou a preferir resíduos que davam um maior retorno financeiro, fazendo crer que quanto maior a geração de resíduos, maior será o retorno financeiro e melhor será para a indústria.

Quando Cercal (2000) afirma que os resíduos devem ser analisados separadamente, é no sentido que a direção da empresa poderia analisar os resultados e tentar fazer uma intervenção de acordo com o parâmetro selecionado previamente como prioritário. No momento em que as empresas diminuem os gastos com a desti-

nação dos resíduos ou tentam diminuir o volume deste, ela teria na hierarquização uma ferramenta para priorizar suas metas e diminuir suas despesas. Quando a prioridade são os riscos que os resíduos podem trazer tanto à saúde dos funcionários como aos moradores adjacentes e por estarem as empresas sujeitos a penalidades, verifica-se um só parâmetro: a análise de risco. Assim sendo, o prioritário para a empresa seria buscar formas de facilitar o processo de minimização, pelos diferentes processos e variáveis que poderiam ser adotados como parâmetro para a tomada de decisão.

Em contrapartida, a aplicabilidade do método é um pouco mais complexa por envolver cálculos matemáticos, necessitando de um conhecimento mais profundo por parte do aplicador, seja ele uma pessoa externa à empresa ou um funcionário. Quando aplicados na sua forma original, sem as modificações propostas, apesar de sua complexidade matemática, os resultados obtidos com a aplicação do método desenvolvido por Cercal (2000) se mostraram mais eficientes para uso em uma indústria de beneficiamento de uvas.

## REFERÊNCIAS

- SECRETARIA DA INDÚSTRIA COMÉRCIO E MINERAÇÃO (SICM/Bahia). 2010 Disponível em: <http://www.sde.ba.gov.br/Pagina.aspx?pagina=bebidas>>. Acesso em: ago. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10004 – Classificação de Resíduos Industriais*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. 23 p.
- CAMPOS, L. M. de S.; LERIPIO, A. de A. *Auditoria ambiental: uma ferramenta de gestão*. São Paulo: Atlas, 2009.
- CERCAL, S. R. *Proposição de modelo matemático de seleção de prioridades de minimização de resíduos industriais*. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- GRUBHOFER, F. O. N. F. *Minimização de resíduos em uma indústria fábrica de cartões plásticos*. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- HOLT, C. P.; PHILLIPS, P. S.; BATES, M. P. Analysis of the role of waste minimisation clubs in reducing industrial water demand in the UK. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 30, n. 4, p. 315-331, 2000.
- HOTI, S.; MCALEER, M.; PAUWELS, L. L. Modelling environmental risk. *Environmental Modelling & Software*, v. 20, n. 10, p. 1289-1298, 2005.
- LEITE, B. Z.; PAWLOWSKY, U. Alternativas de minimização de resíduos de uma indústria de alimentos da Região Metropolitana de Curitiba. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 10, n. 2, p. 96-105, 2005.

MATOS, S. V.; SCHALCH, V. Alternativas de minimização de resíduos da indústria de fundição. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. *Relação de Trabalhos...* Porto Alegre: ABES, 2000. P. 1742-1753.

NISGOSKI, V. *Uso do método de análise hierárquica para priorização de atividades de minimização de impactos ambientais em condomínios residenciais horizontais*. 142f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental) – Centro de Estudos Superiores Positivo, Curitiba, 2007.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). *Consumo Sustentável/Consumers International*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente: IDEC/CI, 1998.

SATTY, T. L. *Decision making with dependence and feedback: the analytic network and process*. Pittsburgh: RWS Publications, 1980.

\_\_\_\_\_. *Método de Análise Hierárquica*. Rio de Janeiro: Makron Books Mc Graw-Hill, 1991.

SCARAMAL, E. T. M. *Minimização de resíduos em uma indústria cervejeira do sul do Paraná*. 176f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SECRETARIA DA INDÚSTRIA COMÉRCIO E MINERAÇÃO (SICM). 2010. Disponível em: <<http://www.sicm.ba.gov.br>>. Acesso em: ago. 2013.

SILVA, R. M.; MISCHÉL, C. N. *Considerações sobre métodos de decisão multicritério*. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2005. p. 1-6.

TIMOFIECSYK, F. R. *Minimização de resíduos numa indústria de alimentos da Região de Metropolitana de Curitiba - PR*. 161f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná, 2001.

UNIÃO BRASILEIRA DE VINIVITICULTURA (UVIBRA). Dados estatísticos da União Brasileira de Vinicultura. Disponível em: <<http://www.uvibra.com.br/dados-estatisticos.htm>>. Acesso em: out. 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (UNEP). Report of the Governing Council, Sixth special session (29-31 May 2000). Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ga/docs/55/a5525.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

VILAS BOAS, C. L. *Método multicritérios de análises de decisão (MMAD) para as decisões relacionadas ao uso do múltiplo de reservatórios*. Brasília: UnB, 2003. Disponível em: <<http://www.ceemaunb.com/dissertacoes2015/079.pdf>>. Acesso em:

VITERBO JÚNIOR, Ê. *Sistema integrado de gestão ambiental*. São Paulo: Aquariana, 1998. 224p.