



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Avaliação de Alternativas de Tratamento/Destinação Final de Resíduos Sólidos de Couro Contendo Cromo

MARIA ANGÉLICA DO SOCORRO MINÁ COSTA

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
angelicamina@gmail.com

MISCHEL CARMEN NEYRA BELDERRAIN

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
carmen.beld@gmail.com

FABIO HENRIQUE CORDEIRO

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
fcordeiro@cni.org.br

GISELLE DE OLIVEIRA COELHO

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
gocoelho@yahoo.com.br

Agradecem também ao CNPq pela Bolsa Produtividade Pesquisa, Processo: 311437/2013-3



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO/DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE COURO CONTENDO CROMO

Resumo

A crescente preocupação com as questões ambientais tem levado os diversos segmentos industriais a buscar alternativas viáveis para a destinação final dos seus resíduos gerados durante seus processos produtivos. Na indústria de couro o processo produtivo ocorre, em sua grande maioria, utilizando-se sais de cromo. O resíduo sólido gerado é uma preocupação, pois se trata de um resíduo considerado perigoso que exige da indústria uma disponibilidade monetária significativa para sua destinação final. Esse tipo de resíduo também pode ser gerado na indústria de calçados que utiliza o couro como matéria prima. É importante que essas indústrias busquem garantir sua sustentabilidade financeira, social e ambiental, por meio da adoção de alternativas para disposição final de tal resíduo. Nesse contexto, esse artigo objetiva avaliar as alternativas já existentes. O problema foi estruturado e solucionado utilizando a abordagem *Value Focused Thinking* (VFT) e o método *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART), onde foi feita uma análise sobre qual seria a melhor alternativa para tratamento/destinação final do resíduo sólido de couro contendo cromo, e proposta como alternativa para solucionar esse problema a Reutilização.

Palavras-chave: Resíduo, Cromo, SMART, VFT

Abstract

The growing concern about environmental issues has led many industries to seek viable alternatives for the disposal of the waste generated during its production processes. In the leather industry the production process occurs, for the most part, using chromium salts. The solid waste generated is a concern because it is a dangerous considered waste that the industry requires a significant money supply to its final destination. This type of residue may also be generated in the footwear industry that uses leather as raw material. It is important that these industries seek to guarantee their financial, social and environmental sustainability through the adoption of alternatives for final disposal of such waste. In this context, this article aims to review the existing alternatives. The problem was structured and solved using the Value Focused Thinking approach (VFT) and the method Simple Multi-attribute Rating Technique (SMART), which carried out an analysis of what would be the best alternative for treatment / disposal of solid waste containing leather chrome, and proposed as an alternative to solve this problem to reuse.

Keywords: Residue, Chrome, SMART, VFT



1 Introdução

A tecnologia para processamento em couro é conhecida e dominada mundialmente, contudo ela é caracterizada por utilizar, durante a realização de seus processos, produtos químicos que apresentam em sua composição altos índices de periculosidade, o que pode ocasionar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, quando os resíduos gerados forem gerenciados de forma inadequada.

Esse cenário gera uma visão negativa ao setor, a de que ele é um dos grandes responsáveis por danos ambientais decorrentes da geração e lançamento de seus resíduos durante todo processo produtivo (Vaz, Silva & Martins, 2009). Com isso, os órgãos ambientais fiscalizadores exigem que esse segmento industrial apresente soluções alternativas de tratamento dos seus resíduos antes de ser lançado ao meio ambiente, o que provoca a necessidade de diminuir a poluição gerada pelos seus resíduos, mantendo a qualidade do couro produzido.

Aparas e pó de couro, provenientes de couro curtido ao cromo, são classificados como resíduos pertencentes à Classe I, ou seja: perigosos, pelo alto teor de cromo presente. Por essa razão, o destino desse resíduo é considerado um problema a ser resolvido.

Esse tipo de resíduo acaba por se tornar um problema para a indústria, uma vez que para tratamento e destinação final correta, acaba por demandar um valor significativo, sem mencionar nos prejuízos ao meio ambiente. No entanto, atualmente, observa-se que outras medidas de destinação desse resíduo também são adotadas, a exemplo da reutilização do mesmo na fabricação de outros produtos, ou sendo transformado e utilizado como matéria prima em outros processos. Porém, a questão é conhecer qual o método mais adequado, principalmente no que tange ao aumento dos custos do segmento industrial e, por essas razões, ser adotado.

Com base nas questões acima citadas, o presente artigo tem como objetivo analisar a viabilidade de utilização de alternativas voltadas ao tratamento/destinação dos resíduos de couro contendo cromo, a exemplo de: desenvolvimento de novas soluções tecnológicas que atendam a legislação ambiental; reutilização dos resíduos; e o desenvolvimento de processos, onde o resíduo sólido contendo cromo (oriundo do couro) sirva como matéria prima a outros segmentos industriais, que venham a auxiliar as indústrias do segmento coureiro na sua tomada de decisão quanto à destinação, tratamento e/ou reutilização dos seus resíduos sólidos de couro que contendo cromo.

2 Referencial Teórico

2.1 Indústrias de Couro no Brasil

A indústria do couro depende da pecuária de corte e dos frigoríficos, as quais fornecem sua principal matéria-prima. Historicamente, um dos principais destinos do couro, porém não de forma exclusiva, tem sido a fabricação de calçados. Contudo outros destinos industriais têm se tornado cada vez mais importantes para os fabricantes de couro, principalmente a indústria moveleira, automotiva, têxtil e de confecção.

Segundo Oliveira (2007), uma parcela significativa do couro produzido no Brasil é exportada, principalmente para países mais desenvolvidos, que fabricam produtos acabados, de maior valor agregado, e poluem menos o meio ambiente, já que a etapa mais poluente, a de curtimento, fica a cargo dos países em desenvolvimento.

A destinação adequada para os resíduos gerados pelos curtumes tem sido um fator de preocupação entre as autoridades ambientais, uma vez que, do total de couro produzido, estima-se que cerca de 10% a 30% sejam transformados em resíduos, ou seja, aparas e pó de



couro contaminados com cromo, e classificados como resíduo de alta periculosidade (resíduos perigosos).

2.2 Alternativas Para Tratamento/Destinação de Resíduos de Couro Contendo Cromo

De acordo com a legislação ambiental é responsabilidade do gerador do resíduo (de qualquer segmento ambiental) a destinação final correta, obedecendo às exigências legais. Dentre as alternativas adequadas de destinação final, para os resíduos de couro contendo cromo, serão abordadas neste artigo:

Disposição em Aterros Sanitários

Os aterros sanitários são grandes áreas apropriadas para receber resíduos domésticos e industriais, onde o solo é impermeabilizado e possui sistema de drenagem para o chorume. Entretanto, apesar de apresentar aspectos positivos e de serem economicamente viáveis, os aterros sanitários têm vida curta (cerca de 20 anos) e, mesmo depois de desativados, continuam produzindo gases e chorume. Se não forem bem preparados, podem resultar nos mesmos problemas que os vazadouros a céu aberto. Além disso, é necessário haver um controle do tipo de lixo que recebem, porque senão também podem acabar recebendo tipos de lixos perigosos, como resíduos hospitalares e nucleares.

Incineração

A incineração é um processo de destruição térmica realizado sob alta temperatura (800°C a 1200°C) com tempo de residência controlada e é utilizado para o tratamento de resíduos de alta periculosidade, ou para aqueles que necessitam de destruição completa e segura. Entretanto, assim como no caso dos aterros, o processo de incineração também acarreta impacto ambiental por meio da contaminação da atmosfera em decorrência dos altos índices de CO, O₂, NO_x, SO_x e matérias particuladas, e das cinzas, oriundas do processo de combustão. Segundo matéria publicada no Portal Resíduos Sólidos (2015), os equipamentos de incineração são um método obsoleto e insustentável de lidar com os resíduos e é a maior fonte de poluição por mercúrio, sendo a sua contaminação de vasto alcance, prejudicando as funções motora, sensorial e cognitiva. Sendo também uma fonte significativa de poluição por metais pesados tais como o chumbo, cádmio, arsênico, cromo e berílio.

Reaproveitamento na Fabricação de Artefatos

O reaproveitamento de aparas de couro contendo cromo na confecção de pequenos artefatos tipo bolsa, carteira, cintos, etc. é uma prática adotada principalmente por Cooperativas, onde o resíduo de couro (aparas), gerado não apenas nos curtumes, mas também nas indústrias de calçado, passa a ser matéria prima, podendo ser reutilizado na confecção de *puffs*, que são bem aceitos nos mercados dos Estados Unidos e Europa.

Na indústria automotiva a utilização de couro no revestimento de bancos e alguns detalhes no interior do carro apresenta crescimento significativo, com base nisso alguns empresários do ramo automobilístico e do setor coureiro calçadista, discutem a possibilidade de reutilização de resíduos de aparas de couro para confecção desses artefatos.

Tecnologias Desenvolvidas de Reaproveitamento do Couro

Pesquisas são desenvolvidas com foco no reaproveitamento do resíduo de couro contendo cromo em outros segmentos industriais, onde podemos citar a pesquisa desenvolvida por Vieira, Costa, Oliveira & Soares (2009), que teve como objetivo a obtenção de um pigmento originário de um processo de incineração do resíduo de couro (aparas e pó de couro), onde a cinza obtida no processo de incineração dos resíduos de couro foi submetida a



processos de lavagem, moagem e secagem, para em seguida, ser utilizada como matéria prima na fabricação de tintas; e estudo voltado à incorporação do resíduo (aparas e pó de cromo) contendo cromo, na fabricação de tijolos, o qual apresentou resultados positivos como peso mais leve e maior durabilidade, quando comparado aos tijolos já existentes no mercado.

2.3 Processo de Apoio Multicritério à Decisão

Os Métodos Multicritério de Apoio à Decisão - MCDA auxiliam no gerenciamento de problemas de acordo com percepções de valor, levando em consideração aspectos qualitativos e quantitativos. Franco e Montibeller (2010) apresenta o fluxo do processo de análise de decisão do MCDA em três fases: Estruturação da situação problemática, Estruturação do modelo multicritério e Avaliação de alternativas, de maneira clara objetiva e simples apresentado na Figura 1.

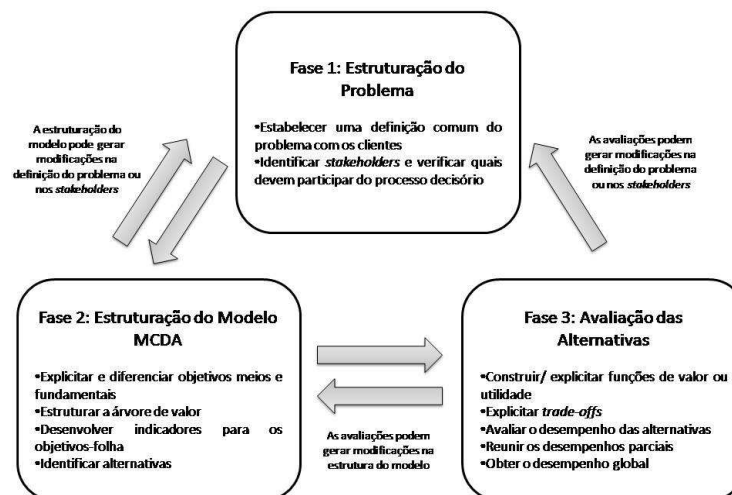


Figura 1 – Aplicação do Método MCDA

Fonte: Franco e Montibeller, 2010

Value Focused Thinking (VFT)

Segundo Keeney (1996), o pensamento focado no valor consiste essencialmente em duas atividades: primeiro decidir o que se quer e, em seguida, descobrir como obtê-lo. Os valores devem e podem guiar todo o esforço a ser direcionado na tomada de decisão. Ao se deparar com uma situação de difícil decisão, começar a pensar sobre seus valores ou o que se espera alcançar no contexto com a decisão tomada, ao invés de pensar em alternativas, é o caminho certo a seguir.

O processo de identificação dos objetivos relacionados aos valores envolve entrevistas com os tomadores de decisão e *stakeholders*, onde várias técnicas podem ser utilizadas para estimular a criatividade, conforme apresentado no Quadro 1.



Quadro I

Técnicas Para Identificação de Objetivos

1. Elabore uma lista de desejos (Wish list)	O que você quer? O que você deveria querer?
2. Identifique alternativas	Qual é a alternativa perfeita, a alternativa terrível, razoável? O que é bom ou mau em cada uma?
3. Considere os problemas e fraquezas	O que está errado ou certo com sua organização? O que necessita de ajustes?
4. Prever consequências	O que já ocorreu que foi bom ou ruim? O que pode ocorrer que te preocupa?
5. Identificar Metas, restrições e direcionamentos	Quais são suas aspirações? Quais limitações estão em você?
6. Considere diferentes perspectivas	O que torna seus concorrentes ou seus eleitores preocupados? Daqui a algum tempo no futuro, o que te preocupa?
7. Determine objetivos estratégicos	Quais são seus objetivos mais atuais? Quais são os seus valores que são absolutamente fundamentais?
8. Determine objetivos genéricos	Quais objetivos você tem para seus clientes, empregados, para você mesmo? Quais objetivos ambientais, sociais, econômicos ou de saúde e segurança são importantes?
9. Objetivos Estruturais	Siga as relações Meio-Fim: Porque aquele objetivo é importante? Como você pode alcançá-lo? Seja específico: O que você quer dizer com este objetivo?
10. Quantifique os objetivos	Como você mede o atendimento de um objetivo? Porque o objetivo A é três vezes mais importante do que o objetivo B?

Fonte: Keeney (1996).

Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)

Segundo Goodwin & Wright (2014), o método *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) foi proposto em 1971 por W. Edwards. A ampla aplicação desse método deve-se a sua transparência, compreensão do problema, simplicidade dos questionamentos para obtenção dos dados e a maneira como as respostas são analisadas. Essas características, associadas à relativa rapidez na aplicação, tornam o SMART útil e robusto para decisões em grupo, com diversas aplicações práticas. Entretanto, deve-se considerar que a simplicidade apresentada por esse método pode não permitir a obtenção de todos os detalhes e complexidades do problema.

Os principais estágios do método SMART são:

- Estágio 1: Identificar o tomador de decisão (ou tomadores de decisão);
- Estágio 2: Identificar as alternativas a serem analisadas;
- Estágio 3: Identificar os atributos que são relevantes para o problema de decisão – Árvore de Valor;



- Estágio 4: Para cada atributo, atribuir valores e medir o desempenho das alternativas em relação a esse atributo;
- Estágio 5: Determinar um peso para cada atributo;
- Estágio 6: Para cada alternativa, dar uma média ponderada dos valores atribuídos;
- Estágio 7: Fazer uma decisão provisória; e
- Estágio 8: Realizar análise de sensibilidade

Os estágios referidos estão presentes nas fases do Processo de Apoio à Decisão Multicritério descrito a seguir.

3 Metodologia

A Figura 2 mostra as fases propostas do método empregado no desenvolvimento deste trabalho.

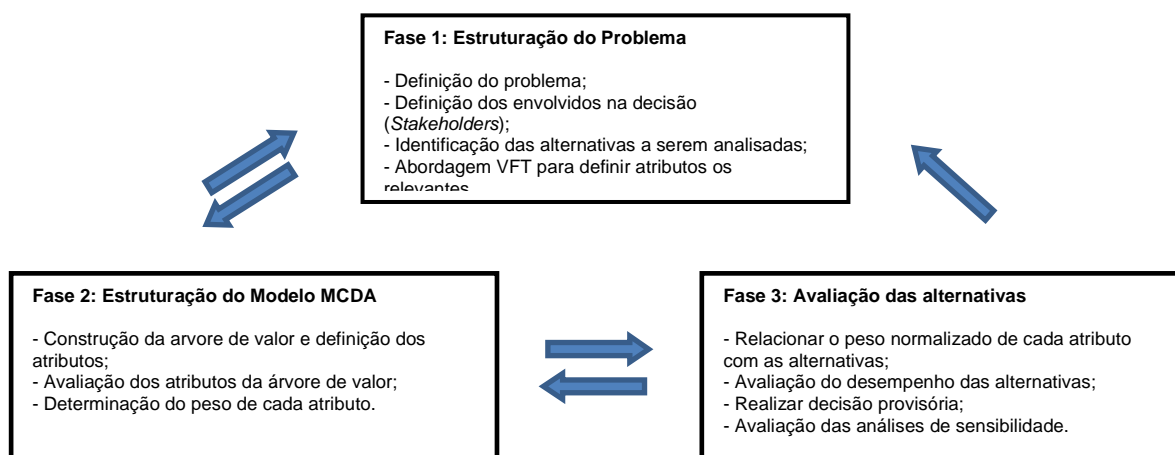


Figura 2 – Processo de Apoio à Decisão Multicritério

Fonte: Adaptado de Franco e Montibeller, 2010.

Inicialmente foi realizada a identificação dos Valores e a Definição dos *Stakeholders* da problemática de decisão em estudo, que seriam a base de fundamental importância para a realização da análise das alternativas existentes mais comuns voltadas ao tratamento/destinação de resíduo de couro contendo cromo, que pudessem contribuir com as indústrias do segmento coureiro na sua tomada de decisão quanto à destinação final de seus resíduos sólidos.

3.1 Identificação dos Valores e a Definição dos Tomadores de Decisão (Stakeholders)

Valores

Entende-se por valores de uma decisão tudo aquilo que importa para o decisor e que deve ser o referencial num processo decisório. Dessa forma em nosso estudo, decidimos como valores as soluções tecnológicas viáveis que venham contribuir com o desenvolvimento sustentável e a competitividade da indústria do segmento de couro.



Definição dos Stakeholders

Identificamos como indivíduos envolvidos nessa problemática de decisão as **Indústrias de Couro e de Calçados**, que são as grandes geradoras dos resíduos de couro, e que precisam de caminhos que venham a solucionar esse tipo de problema; **Empresas de Fabricação de Artefatos de Couro**, que possam vir a reaproveitar e reutilizar resíduos de couro (em pedaços) na confecção de seus artigos; **Pesquisadores** de tecnologias alternativas para tratamento/destinação final desse resíduo; **Empresas de Incineração** que são responsáveis pelo processo de incineração desse tipo de resíduo; **Instituições Financiadoras de Pesquisa**, que apoiam a pesquisa de novas tecnologias alternativas; e a **Sociedade** que é atingida diretamente com as tomadas de decisões por parte da indústria.

3.2 Identificação das Alternativas a Serem Analisadas

Apresentar uma solução alternativa para destinação final do resíduo sólido de couro contendo cromo da indústria de curtume pode (ou não) nos remeter a vários caminhos com foco no mesmo objetivo. Dentre as alternativas identificadas destacamos:

- 1) Aplicar soluções tecnológicas viáveis para tratamento do resíduo sólido contendo cromo, que atendam as exigências da Legislação Ambiental, a exemplo de disposição em aterros sanitários e incineração;
- 2) Reutilizar o resíduo sólido contendo cromo gerado no processo de geração de novos produtos com baixo custo, como por exemplo, o reaproveitamento na fabricação de pequenos artefatos;
- 3) Desenvolver processos em que o resíduo sólido contendo cromo (oriundo do couro), sirva como matéria prima a outros segmentos industriais, a partir do desenvolvimento de novas tecnologias de reaproveitamento do couro.

3.3 A Abordagem VFT para Definir os Atributos Relevantes

A abordagem VFT (*Value Focused Thinking*) foi utilizada para definir os objetivos principal, secundários e meios da situação problemática apresentados na Figura 3. Desta forma eles serão analisados para definir os atributos a serem considerados na utilização do método SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*).

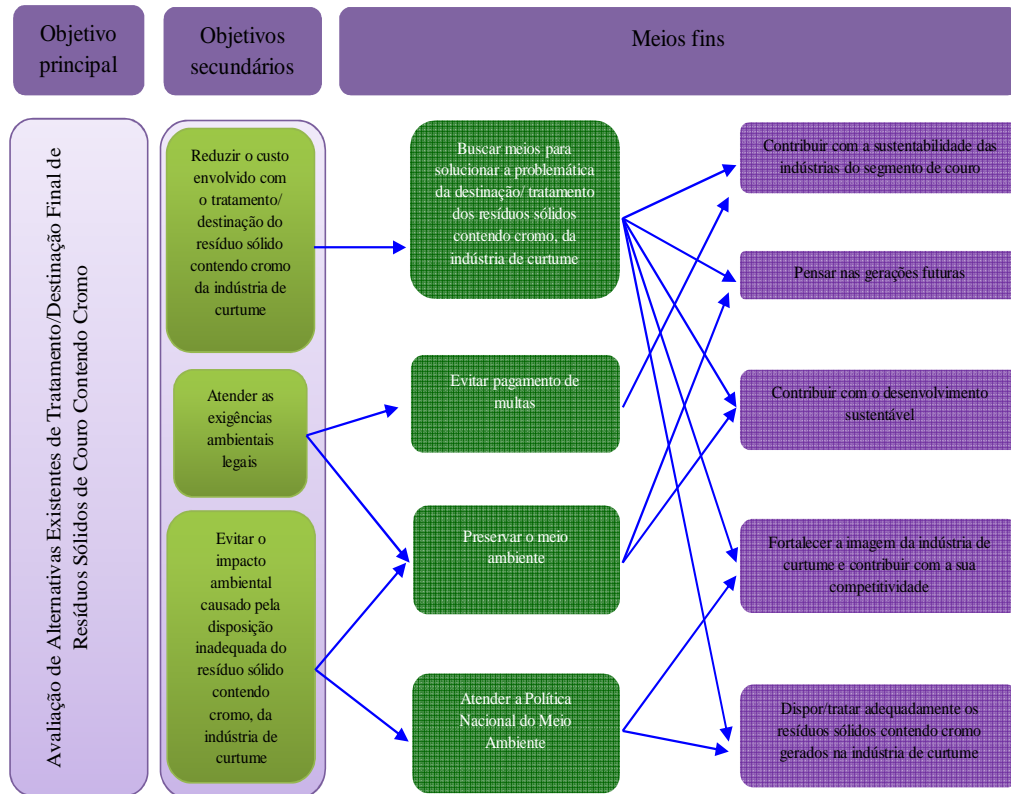


Figura 3 – Rede de objetivos obtidos pela abordagem Value Focused Thinking (VFT)
Fonte: Elaborado pelos Autores

3.4 Construção da Árvore de Valor e Definição dos Atributos

A partir dos objetivos identificados na construção do VFT, para auxiliar o processo na tomada de decisão em relação ao resíduo sólido contendo cromo gerado pelas indústrias de couro e de calçado, foi possível construir a árvore de valor do problema, conforme apresentado na Figura 4. A validação dos atributos da árvore de valor foi feita com os técnicos especialistas responsáveis pelas áreas de couro e de calçado do Instituto SENAI de Tecnologia do Couro e do Calçado, que vivencia no seu dia a dia a problemática da destinação final adequada do seu resíduo sólido contendo cromo gerado durante o processo de fabricação do couro. O atributo Viabilidade Técnica aparece na árvore de valor por estar diretamente relacionado com a disposição/tratamento adequado dos resíduos sólidos de couro contendo cromo, que atenda as exigências legais dos órgãos fiscalizadores e que contribua com a sustentabilidade das indústrias geradoras de tais resíduos. O atributo Logística, também em atendimento a Política Nacional do Meio Ambiente, tem grande preocupação com a maneira com que esse resíduo sólido perigoso deve ser transportado até o seu tratamento/disposição final. Para realização dessa ação, a indústria preocupa-se em alinhar esse transporte com um custo compatível que não venha a impactar negativamente na sua sustentabilidade.

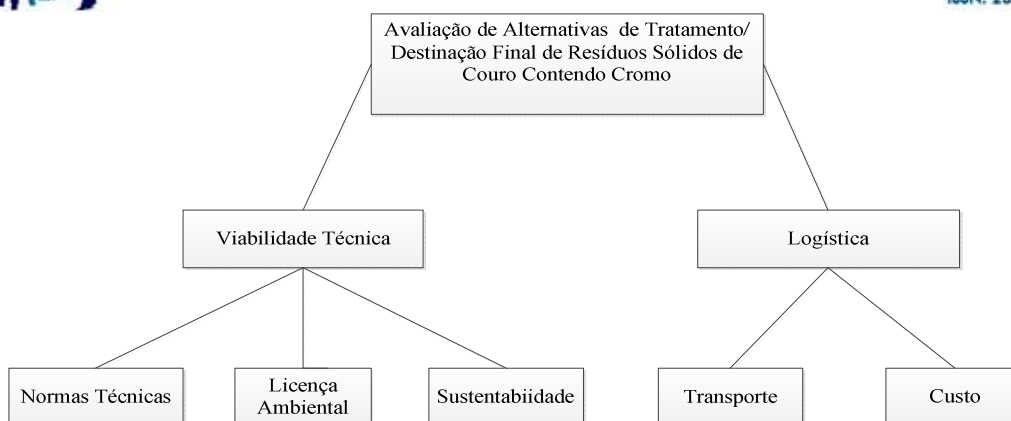


Figura 4 – Árvore de Valor do Problema

Fonte: Elaborada pelos Autores

A árvore de valor da problemática de decisão foi construída em tamanho mínimo a partir de uma estrutura lógica e hierarquizada dos atributos importantes à avaliação do problema. No primeiro nível está representada a definição do problema a ser analisado, seguido dos atributos gerais e específicos.

3.5 Avaliação dos Atributos da Árvore de Valor

Para avaliar os atributos na árvore de valor foram identificados atributos de diversos tipos, cuja função de valor está descrita respectivamente a cada um dos atributos na Tabela II. O valor atribuído a cada atributo foi determinado para medir o desempenho de cada alternativa. Foram atribuídos valores de 0 a 100 conforme grau de relevância do atributo, onde por exemplo 100 refere-se a relevância máxima e 50 a uma relevância média. O valor atribuído foi determinado, após consenso, pelos técnicos e coordenadores especialistas responsáveis pelas áreas de couro e de calçado do IST Couro e Calçado.



Quadro 2
Atributos Relevantes

Atributos Relevantes	Definição	Valor Atribuído
Viabilidade Técnica	Assegurar o controle da poluição	90
	Garantir o tratamento/destinação final do resíduo com eficiência	90
Logística	Definir mecanismos de armazenamento e transporte do resíduo ao seu destino final	70
Normas Técnicas	Implantar e executar os pré requisitos estabelecidos nas Normas Técnicas	100
	Profissionais capacitados na indústria	90
Licença Ambiental	Atender pré requisitos estabelecidos pela Legislação Ambiental	100
	Profissionais capacitados na indústria	90
	Cumprir com o cronograma de monitoramento de destinação final do resíduo sólido	80
Sustentabilidade	Garantir o desenvolvimento sustentável	100
	Contribuir com a sustentabilidade financeira e social da indústria	100
	Evitar danos ambientais irreversíveis	100
Transporte	Atendimento às normas de transporte de resíduos perigosos	100
	Empresa especializada para realização da ação	90
Custo	Contratação de empresa especializada no tratamento do resíduo	100
	Recipientes de armazenamento em conformidade com as exigências legais	100
	Áreas específicas ao recebimento do resíduo sólido contendo cromo	90

Fonte: Elaborado pelos Autores

4 Análise dos Resultados

4.1 Determinação do Peso de cada Atributo

Para classificação dos atributos, foram calculados os seus pesos normalizados a partir da pontuação atribuída aos mesmos. A classificação final está apresentada na Tabela 1 onde se pode observar que a Licença Ambiental aparece em destaque por ser uma exigência legal dos órgãos regulamentadores e deve ser obtido pelas indústrias para garantir a sua funcionalidade. Já a Sustentabilidade e o Custo aparecem em destaque pela despesa necessária que as indústrias de couro têm com as questões relacionadas ao tratamento/destinação final dos seus resíduos sólidos de couro contendo cromo.

Tabela 1
Classificação dos atributos em função dos seus respectivos pesos normalizados.

Classificação	Atributos	Valor Atribuído	Peso Normalizado
1	Licença Ambiental	100	21,7
1	Sustentabilidade	100	21,7
1	Custo	100	21,7
2	Normas Técnicas	90	19,6
2	Viabilidade Técnica	90	19,6
3	Logística	70	19,6
3	Transporte	70	15,3
	Totais	460	100

A Tabelas 2 apresenta os valores atribuídos e os pesos normalizados de cada atributo quando relacionado às alternativas, para que se obtenha o desempenho global de cada alternativa. A partir do desempenho global obtido de cada alternativa observa-se, conforme apresentado na Tabela 3, que a alternativa Reutilizar é aquela que melhor corresponde aos atributos do decisor.



Tabela 2

Pesos normalizados de cada atributo, relacionado às alternativas.

Atributos	Peso Normalizado	Tratar/Dispor os Resíduos Sólidos	Reutilizar	Pesquisar novas tecnologias
Licença Ambiental	21,7	100	80	90
Sustentabilidade	21,7	100	100	100
Custo	21,7	20	100	80
Normas Técnicas	19,6	80	50	80
Viabilidade Técnica	19,6	90	70	80
Logística	19,6	40	40	40
Transporte	15,3	30	50	0
Totais		9349	9977	9779

Tabela 3

Classificação final das alternativas.

Classificação	Peso Normalizado	Peso Global
1	Reutilizar	9977
2	Pesquisar novas tecnologias	9779
3	Tratar/Dispor os Resíduos Sólidos	9349

4.2 Avaliação do Desempenho das Alternativas

A Figura 5 apresenta a árvore da problemática de decisão em análise, onde podemos observar que: as alternativas Tratar/Dispor e Pesquisar Novas Tecnologias apresentam relevância significativa quando relacionadas aos atributos Normas Técnicas e Licença Ambiental, pois as questões legais são fatores primordiais e decisivos para tais alternativas; o atributo Custo influencia negativamente para a alternativa Tratar/Dispor, e aponta uma maior viabilidade de escolha para a alternativa Reutilizar; o atributo Sustentabilidade apresenta igual importância quando o relacionamos com as alternativas.

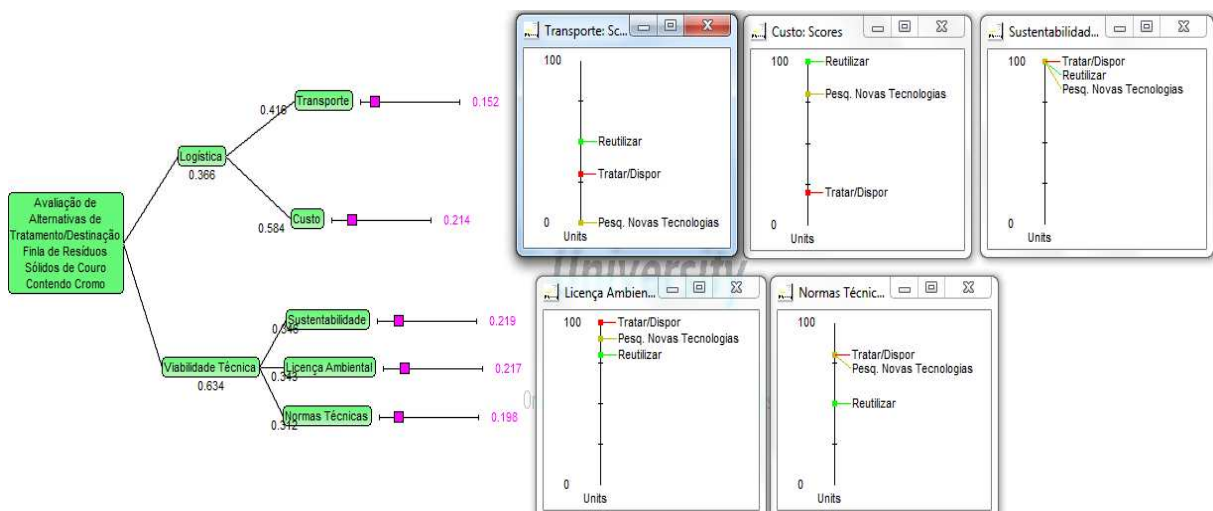


Figura 5. Apresentação da árvore, elaborada utilizando-se o Software VISA.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3 Decisão Provisória

Para decisão provisória, realizamos uma análise na relação custo e atributos qualitativos para tratamento/destinação final do resíduo de couro contendo cromo, em relação



à pontuação atribuída, conforme pode ser visto na Figura 6, onde se pode observar que os atributos Normas Técnicas e Licença Ambiental nesta análise mostra-se como opção mais atrativa, pois se encontra numa posição de menor custo e maior pontuação atribuída.

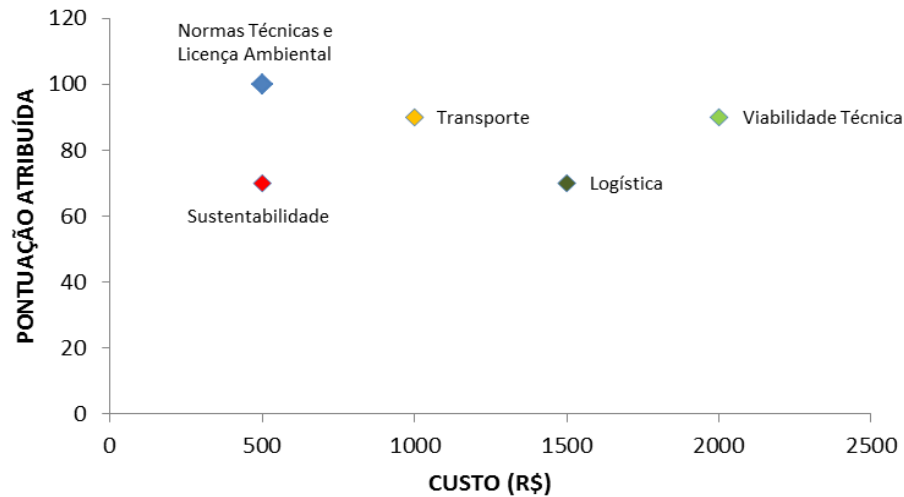


Figura 6. Relação entre os atributos qualitativos e os custos de acordo com a pontuação atribuída.
Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4 Avaliação das Análises de Sensibilidade

O gráfico de análise de sensibilidade obtido utilizando o *Software VISA* mostra que a melhor alternativa dentre as analisadas, quando comparamos a Logística x Objetivo, é a Reutilização, pois apesar da variação dos valores dos pesos, esta alternativa permanece ainda como uma alternativa significativa. Isso pode ser constatado observando os Gráficos 1 e 2.



Gráfico 1. Sensibilidade entre as alternativas e o objetivo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

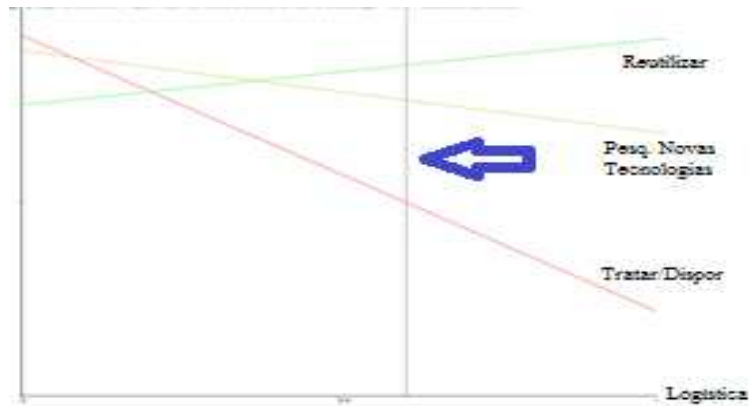


Gráfico 2. Sensibilidade entre as alternativas e o objetivo, no que se refere à logística, após alteração dos valores dos pesos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entretanto, o gráfico de sensibilidade quando comparamos Viabilidade Técnica *versus* Objetivo apresenta uma superioridade por parte da alternativa Tratar/Dispor, mesmo com a variação dos pesos, o que pode ser observado nos Gráficos 3 e 4.

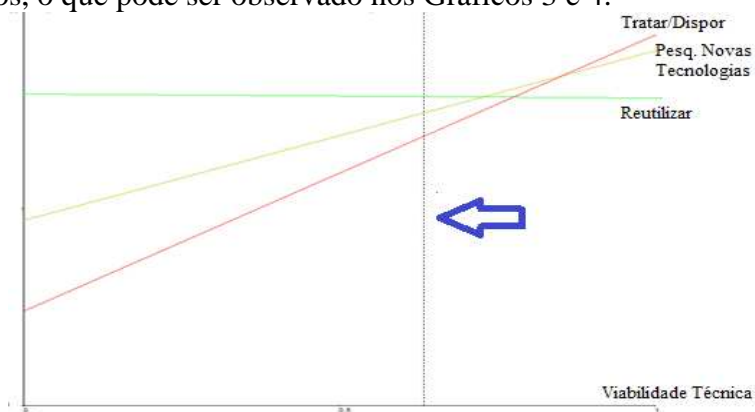


Gráfico 3. Sensibilidade entre as alternativas e o objetivo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

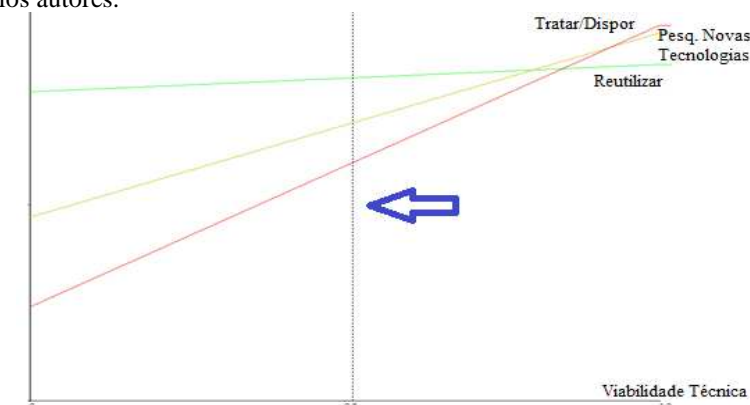


Gráfico 4. Sensibilidade entre as alternativas e o objetivo, no que se refere à viabilidade técnica, após alteração dos valores dos pesos.

Fonte: Elaborado pelos autores.



5 Considerações Finais

Diante da análise realizada neste trabalho com o objetivo de auxiliar as indústrias de couro na sua tomada de decisão, quanto à solução alternativa mais viável para a destinação final do resíduo sólido de couro contendo cromo, concluímos que:

As alternativas de Tratamento/Disposição existentes mais comuns são a utilização de aterros sanitários e o processo de incineração. Vale ressaltar que são duas alternativas que demandam um valor financeiro significativo, e sem retorno para a indústria, o que acaba por comprometer a sua sustentabilidade;

Analisando tecnicamente o processo de incineração como opção para a alternativa Tratamento/Disposição, os resultados apresentados mostram-se satisfatórios em relação aos atributos Normas Técnicas e Legislação Ambiental, uma vez que as exigências dos órgãos fiscalizadores, com base legal, força às indústrias a seguir seus pré-requisitos sob probabilidade de pagar multas caso não às cumpra. Porém, essa opção apresenta um grande inconveniente que é a geração de gases, que devem ser bastante controlados, pois podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente;

A partir dos atributos gerais, “viabilidade técnica” e “logística”, a análise de sensibilidade dos resultados nos mostra que duas das alternativas estudadas são as mais viáveis: Tratar/Dispor e Reutilização, respectivamente. Mas deve-se levar em consideração que analisando de forma mais criteriosa os referidos gráficos de sensibilidade, a variação dos pesos apresenta resultados mais satisfatórios para tomada de decisão no que refere a escolha da alternativa Reutilização;

A sustentabilidade, tanto financeira quanto ambiental, e principalmente a social, é fator de grande importância para indústria, e que aparece em destaque quando analisamos todas as alternativas disponíveis no processo de tomada de decisão.



6 Referências

- Franco, L. A. & Montibeller, G. (2010). Problem Structuring for Multicriteria Decision Analysis Interventions. Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science.
- Goodwin, P. & Wright, G. (2014). Decision analysis for management judgement. 5a. ed. Chichester: John Wiley & Sons.
- Kenney, R. L. (1996). Value-focused thinking: identifying decision opportunities and creating alternatives. *European Journal of Operational Research*, 92, 537-549.
- Morgan, A. S., Belderrain, M. C. N., Uliana, J. G. & Ichihara, R. C. S. (2015). Abordagem Multicritério para Apoio à Decisão de Investimentos em áreas de atuação do Instituto SENAI de Tecnologia do Espírito Santo. XLVII SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Porto de Galinhas – PE.
- Oliveira, D. Q. L. (2007). Tratamento de rejeito sólido contendo cromo da indústria de couro: uso em processos de adsorção e como fonte de nitrogênio na agricultura (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras).
- Portal Resíduos Sólidos. (2015). Retirado em <http://www.portalresiduossolidos.com/incineracao-de-residuos-uma-tecnologia-esaparecer/>.
- Vaz, H. P., Silva, L. A. B. F. & Martins, M. L. (2009). Aproveitamento dos resíduos de couros curtidos com cromo: resíduos da rebaixadeira, Lins.
- Vieira, M. F. A., Costa, M. A. S. M., Oliveira, M. R. & Soares, U. A. (2009). Reciclagem de cinzas oriundas do processo de incineração de resíduos sólidos contendo cromo, para obtenção de um pigmento a ser utilizado na fabricação de tinta. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.