

## INDÚSTRIA DO COURO: ASPECTOS, IMPACTOS E PLANO DE MELHORIA AMBIENTAL PARA UM CURTUME NO INTERIOR DO ESTADO DE GOIÁS

---

Tânia Donizetti Rodrigues<sup>1</sup>, Joyce Moreira de Souza<sup>2</sup>, Marcos de Moraes Sousa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí <taniabraguim@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup>Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí <joycemoreira.s@hotmail.com>.

<sup>3</sup> Professor no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí –GO – Brasil  
<marcos.moraes@ifgoiano.edu.br>.

---

### RESUMO

Esse trabalho aborda a avaliação de aspectos e impactos de uma indústria de couro do interior do Estado de Goiás. A finalidade do artigo é avaliar e discutir os impactos ambientais do sistema que envolve o processo de beneficiamento do couro, destacando a percepção que se possui dessa atividade e por último propõe um plano de melhoria ambiental. Os recursos naturais do planeta estão sendo utilizados de forma irresponsável e predatória. Esses recursos essenciais à manutenção da vida na terra sofrem principalmente com a ação antrópica que não se dá conta da sua importância e necessidade. Várias são as fontes de poluição tanto hídrica, atmosférica ou do solo, onde a que mais se destaca são as indústrias. Isso porque grande parte dos efluentes gerados são lançados em locais impróprios que poluem e contaminam a água e o solo. Num caso especial um ramo de atividade que se destaca como fonte poluidora é a do beneficiamento do couro, ou seja, a indústria coureira ou curtume. Sua principal carga poluidora são os efluentes carregados do metal pesado cromo e os poluentes atmosféricos lançados no ar que causam fortes odores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impactos Ambientais; Percepção; Plano de Ação.

### ABSTRACT

This paper approaches the evaluation of aspects and impacts of a leather industry of the countryside of the State of Goiás, Brazil. The purpose of the article is to evaluate and to discuss the environmental impacts of the system that it involves the process of improvement of the leather, the perception that is possessed of that activity highlighting and the last it proposes a plan to the environmental improvement. The natural resources of the planet are being used in an irresponsible and predatory way. Those essential resources to the maintenance of the life in the earth suffer mainly with the human action that doesn't fully understand the importance and need. There are several pollution sources: water, atmospheric or soil, where highlight the industries. That because great part of the generated stream is thrown at inappropriate places that pollute and contaminate the water and the soil. The process of the leather is a special pollutant activity source, in other words, the leather industry or tanning. The main pollutant load is the streams loaded with heavy metal chrome and the atmospheric pollutants thrown in the air that cause bad smell

**KEYWORDS:** Environmental Impacts; Perception; Action Plan.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí <taniabraguim@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí <joycemoreira.s@hotmail.com>.

<sup>3</sup> Professor no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí <marcos.moraes@ifgoiano.edu.br>.

## 1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo o homem se apropriou e se aproveitou dos recursos naturais do planeta sem se dar conta que poderiam ser finitos. Provocou uma exploração desenfreada proveniente do atual modelo de desenvolvimento que agride o meio ambiente causando impactos esquecendo-se de que a manutenção da vida na terra depende desses recursos.

A degradação dos recursos naturais principalmente do solo e da água vem crescendo assustadoramente, atingindo níveis críticos que se refletem na deteriorização do meio ambiente, no assoreamento e na poluição dos cursos d'água, com prejuízos a saúde humana e animal.

Essa intervenção antrópica, principalmente industrial, reduz consideravelmente a qualidade de vida das populações (humanas, fauna, flora e aquáticas) onde a atuação do setor industrial contribui significativamente para a opressão do meio ambiente, isso através de atividades impactantes e com elevado grau de supressão dos recursos naturais. Referência neste aspecto de indústria poluidora destaca-se a indústria de transformação de peles em couros, a indústria coureira, ou seja, os famosos curtumes.

A indústria coureira é representativa para a economia brasileira, e, conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (MAPA, 2000), o couro está entre os 10 produtos mais exportados, onde a produção brasileira de couros passou de 13,8 milhões em 1980 para 32,5 milhões em 2000. Esse crescimento representa uma grande importância econômica para o país e ganha novos impulsos no mercado regional no que diz respeito a produção, como é o caso da região Centro-Oeste. Isso pode ser confirmado no Quadro 1 abaixo que mostra a produção nacional do couro por região, destacando a sua participação no cenário interno.

**QUADRO 1:** Participação regional de produção de couro

<b>REGIÃO</b>	<b>NÚMERO DE COUROS</b>	<b>PARTICIPAÇÃO (%)</b>
Sul	12.385.750	38
Sudeste	11.027.250	33
<b>Centro-oeste</b>	<b>4.920.500</b>	<b>15</b>
Norte	3.562.000	11
Nordeste	604.500	2
Total	<b>32.500.000</b>	<b>100</b>

Fonte: PACHECO, 2005.

Entretanto, essa importância do setor econômico apresenta outra vertente: a poluição, principalmente hídrica, causadas pelos efluentes dessas indústrias que não são colocadas em questão nas relações de mercado, causando grande poluição pelo uso de substância compostas de metais pesados como o cromo.

Assim, com o cenário apresentado, o objetivo geral do trabalho é avaliar e discutir o sistema que envolve o processo de beneficiamento do couro em uma empresa do interior de Goiás. Propõem-se como objetivos específicos à revisão de literatura sobre o processamento de couro, a aplicação de ferramentas de melhoria e propostas para a mitigação dos impactos ambientais causados pela atividade.

## **O couro: processo produtivo**

De forma geral, o couro é uma pele animal que passou por processos de limpeza, de curtimento e de acabamento, e na seqüência serve para a confecção de calçados, peças de vestuário, revestimentos de mobília e de estofamentos de automóveis, bem como de outros artigos que utilizam essa matéria.

O processo de transformação de peles em couros é composto por várias etapas que se integram para garantir que o produto final seja satisfatório e aceito pelo mercado consumidor. Esse processo normalmente é dividido em três etapas principais, conhecidas por ribeira, curtimento e acabamento.

A ribeira é a parte inicial do processo e se aplica a outras sub partes que tem por objetivo limpar e eliminar substâncias e partes que não farão parte do produto final, e ainda preparar a estrutura protéica para reagir adequadamente com os produtos químicos das etapas seguintes, o curtimento e o acabamento.

A fase que segue é a do curtimento, onde as peles tratadas na ribeira ganham a consistência de material estável e sem o risco de apodrecer, onde este curtimento pode ser classificado de acordo com o material a ser utilizado. São eles: (1) curtimento vegetal, destinados principalmente para a produção de solas, que utiliza como material curtente os taninos que são substâncias adstringentes encontradas em certos vegetais que combinados com sais de ferro resultam na coloração azul, pouco usado pelo alto valor. (2) Curtimento sintético que utiliza curtentes como as resinas, quinona, formol e os taninos sintéticos, que proporcionam um curtimento mais uniforme e um melhor tingimento posterior. É pouco empregado, pois são caros, utilizados somente como auxiliares. (3) Curtimento mineral é feito à base de cromo (sulfato básico de cromo trivalente – CR-III) pelas vantagens econômicas que apresenta: curto tempo de processo e qualidade final do produto. Normalmente as etapas de curtimento, seja qual for, é realizada em fulões<sup>4</sup>.

Por ultimo vem a fase de acabamento, servindo como um complemento da fase de curtimento garantindo-lhe alguns aspectos como maciez, flexibilidade, cor e impermeabilidade, dentre outros.

A indústria coureira é considerada um dos seguimentos industriais mais poluidores. Isso ocorre devido ao processo de transformação de peles em couro com a utilização de muitas substancias químicas, que provocam a geração de grande carga de resíduos sólidos e contaminação pelos efluentes.

## **Poluição e impactos ambientais da atividade processadora de peles**

No ramo industrial poluidor os curtumes destacam-se largamente. Esse fator deve-se principalmente pela utilização do cromo empregado durante o curtimento do couro e a borra de tinta residual da fase de tingimento do couro.

Além disso, os curtumes poluem a água, o ar e o solo. A contaminação hídrica pode acontecer tanto em águas superficiais como em águas subterrâneas, devido aos efluentes líquidos gerados no processo de curtimento do couro. No ar, tem-se a emissão de odores que causam incômodo às populações vizinhas dos curtumes e a emissão de poluentes atmosféricos advindos do uso de caldeiras. No solo, o tratamento dos efluentes industriais gera resíduo sólido, designado por lodo,

---

<sup>4</sup> Cilindros horizontais fechados, normalmente de madeira, dotados de dispositivos para rotação em torno de seu eixo horizontal, com porta na superfície lateral para carga e descarga das peles, bem como para adição dos produtos químicos.

contendo cromo e contamina o solo fazendo com estes fiquem inutilizados por várias gerações.

Neste aspecto, Mota (2001), se posiciona destacando que a indústria do couro, no caso os curtumes, funcionam como uma fonte poluidora por consequência de seus efluentes que concentram altos graus de compostos orgânicos, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), sulfetos, efluentes contendo cromo e uma quantidade alta de desperdício de sólido orgânico. Em países como o Brasil os curtumes raramente possuem tecnologias para o tratamento de efluentes, havendo negligência no tratamento de seus rejeitos antes de despejá-los nos rios, seja por acidentes e descuidos cada vez mais freqüentes, que propiciam o lançamento de muitos poluentes nos ambientes aquáticos, contribuindo para que as águas naturais se tornem residuárias (efluentes), constituindo-se, no principal e na mais diversificada fonte de introdução de metais pesados no ambiente aquático.

Essas considerações dão a indústria de curtumes o título de uma das mais poluidoras, mesmo com o surgimento de uma preocupação ambiental sobre o destino dos resíduos provenientes do tratamento de couros.

De acordo com Mota (2001), o cromo é um metal pesado, utilizado em grande escala na indústria do couro, usado durante o processo de curtimento. Os metais pesados são subdivididos em três classes: essenciais, benéficos e tóxicos. O cromo está inserido nesta última categoria, sendo um elemento prejudicial para o desenvolvimento das plantas por ser extremamente tóxico na sua forma hexavalente.

Segundo Claas & Maia (1994) o cromo é largamente usado na indústria do couro, e as características de efluentes para este tipo de indústria, vão de 15 mg L<sup>-1</sup> de cromo em indústrias com sistema de reciclagem a 94 mg L<sup>-1</sup> em indústrias sem este sistema. A toxicidade do cromo depende do estado de oxidação em que é lançado no efluente. Embora nos despejos de curtumes predominem os compostos de cromo trivalente, dependendo de alguns parâmetros característicos do corpo receptor, a oxidação de Cr(III) à Cr(VI), acredita-se que pode ser favorecida, colocando em risco a fauna, a flora e a população que utilizam estas águas. Reações químicas que convertem o Cr(III) a Cr(VI) e vice-versa poderão ocorrer naturalmente no meio, embora a forma hexavalente, em geral, apresente-se em menor concentração. Assim, deve-se considerar a possibilidade de despejos de íons Cr(III), que mesmo não sendo tão nocivos, podem causar efeitos maléficos quando em elevadas concentrações (VON SPERLING, 1995).

Considerando essas características, nota-se que as fontes geradoras de poluentes dos curtumes são muitas, sendo que a mais grave é aquela ocorrendo nos cursos de água. Essa carga poluidora é resultado de todas as etapas do processo, assim como mostra a ilustração 1 que esta representando todas as etapas apontando detalhadamente o tipo de resíduos que essas liberam (líquido e sólido).



desconforto a quem trabalha diretamente nos curtumes, bem como para a população que circunda esses estabelecimentos.

Pacheco (2005), resumiu, como mostra o Quadro 2, as etapas de transformação das peles em couro, bem como o tipo de poluição, poluente e seus conseqüentes impactos.

**QUADRO 2:** Tipos de impactos derivados do processamento do couro

ETAPA	POLUIÇÃO	POLUENTE	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL
Conservação e armazenamento de peles	Gasosa	NH <sub>3</sub> , COV*	Odor desagradável
	Líquida	Líquidos eliminados pelas peles e restos animais, sal	Contaminação das águas superficiais
	Resíduos sólidos	Restos animais e sal	Contaminação do solo e das águas subterrâneas
Ribeira	Gasosa	H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , COV*	Odor desagradável
	Líquida	Cal, sulfeto de sódio, cloreto de sódio, aminoácidos e albumina	Contaminação das águas superficiais
	Resíduos sólidos	Restos animais (colágeno, tecido muscular, gordura e sangue)	Contaminação do solo e das águas subterrâneas
Curtimento	Líquida	Ácidos minerais e orgânicos cromo, taninos	Contaminação das águas superficiais
Acabamento	Gasosa	COV*	Odor desagradável
	Líquida	Banhos residuais contendo cromo, taninos, sais, corantes, óleos etc	Contaminação das águas superficiais
	Resíduos sólidos	Restos de couro (pó, farelo, recortes semi-acabados e acabados); pó de lixa; resíduos de tintas, resinas etc.	Contaminação do solo e das águas subterrâneas

**Fonte:** PACHECO (2005).

Por esses impactos é que esse artigo discute a questão da indústria coureira como uma das maiores fontes poluidoras e suas conseqüências no meio ambiente e para a população, com foco em um curtume no interior de Goiás.

## 2 METODOLOGIA

Devido a limitações de acesso ao local foi trabalhada a questão dos impactos percebíveis fora das dependências do empreendimento.

A pesquisa foi, portanto, realizada nas imediações de uma indústria de processamento de couro localizada no interior do Estado de Goiás.

Para melhor demonstrar esses impactos causados pela indústria do couro, foi feita uma coleta de dados que fosse embasada na revisão literária do assunto, onde se utilizou um fluxograma desenvolvido por Claas & Maia (1994) que mostrou claramente todas as atividades desenvolvidas no processamento da pele.

Foi realizada entrevista uma entrevista com vizinhos residenciais, de trabalho e ainda pessoas que trafegam próximos a um curtume localizado em um município situado no estado de Goiás. A entrevista era composta por questões abertas e fechadas a fim de constatar a percepção que essas pessoas tinham sobre algum

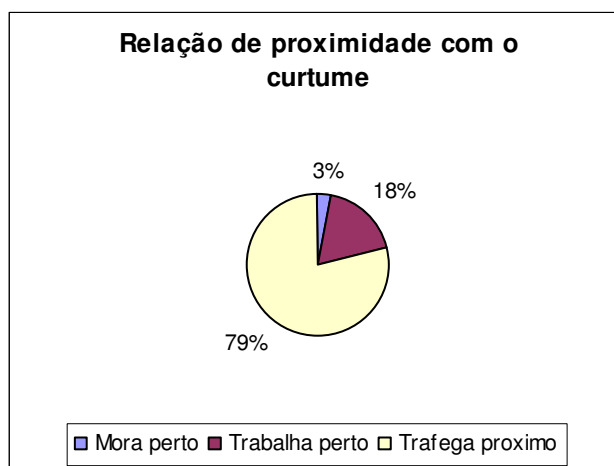
tipo de impacto causado pelo curtume. Para identificar a percepção sobre os impactos causados pelo curtume, utilizou-se um questionário composto por sete questões abertas e fechadas, totalizando o número de 62 entrevistados. Todos os entrevistados foram maiores de 18 anos, preservando o nome dos mesmos.

O questionário sobre a visão da percepção tem sido amplamente utilizado, pois proporciona que cada indivíduo descreva o que realmente vê, sem condicioná-los ou induzi-los a qual resposta que seja. O diferencial deste questionário está na maneira como ele é estruturado, dando abertura para o maior número de variáveis possíveis que transmite a maneira real como cada indivíduo percebe o mundo a sua volta.

Por fim o estudo propõe, através de um plano de ação medidas que fosse possível melhorar os aspectos de funcionamento da atividade, através de um processo de produção mais limpa (P + L).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi identificada qual a relação de proximidade que os entrevistados possuíam com o curtume, se eram vizinhos, se trabalham perto ou se transitam nas proximidades.

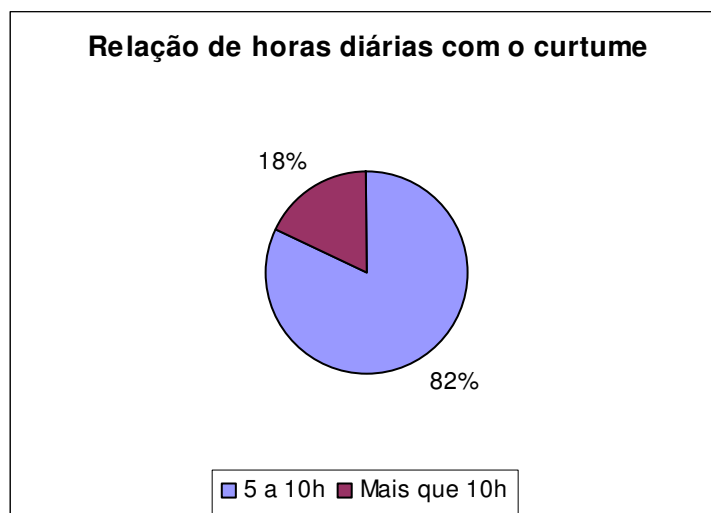


**ILUSTRAÇÃO 2:** Relação de proximidade com o curtume

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2010.

Como pode ser observado na Ilustração 2 a maioria dos entrevistados (79%) eram pessoas que transitavam no entorno da indústria de processamento de couro constantemente, 18% dos entrevistados eram trabalhadores em atividades diversas nas imediações da indústria e 3% eram moradores nas imediações, percentual que demonstra a rejeição pela fixação de moradia adjacente ao curtume.

Do total de entrevistados que moram ou trabalham perto do curtume, 82% declararam que passam de cinco a 10h em contato próximo, assim como aponta a ilustração abaixo.



**ILUSTRAÇÃO 3:** Entrevistados que moram ou trabalham perto do curtume.

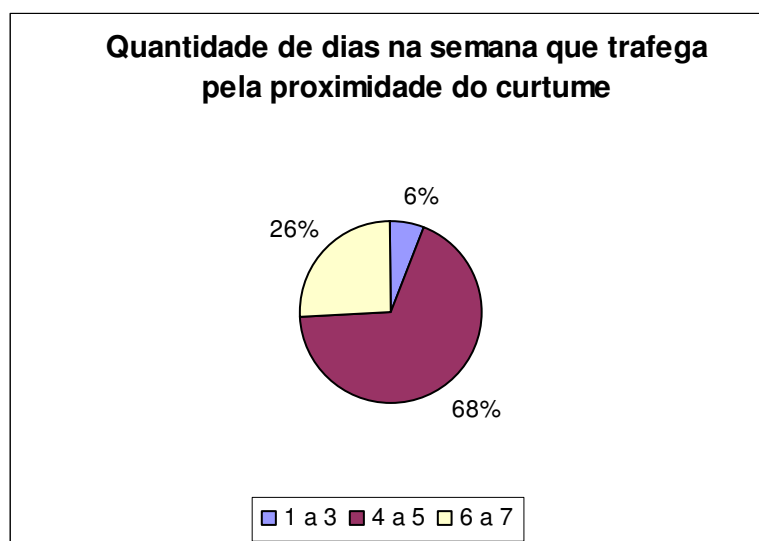
**Fonte:** Dados da pesquisa, 2010.

O número de horas que os transeuntes entram em contato com os odores do curtume são significativas para a posição de rejeição pela atividade do estabelecimento, mesmo sendo pessoas que têm uma ligação indireta com o estabelecimento consideram que a atividade coureira prejudicam as pessoas por causar desconforto no momento em que transitam pelo local, visto que o trajeto é obrigatório para que cheguem a outros destinos.

A questão de horas é representativa, pois é possível estabelecer a relação de proximidade considerando a opinião dessas pessoas que apesar de não manterem contato direto com o curtume, podem fazer uma análise do empreendimento que seja relevante devido à quantidade de horas diárias de contato indireto.

Para aqueles entrevistados que trafegam nas proximidades do curtume, observa-se na ilustração 6 que essa relação, embora não diretamente, é também representativa levando em consideração quantos dias na semana, onde a grande maioria, 68% passa próximo ao curtume de quatro a cinco vezes por semana, e ainda aqueles que excedem passando de seis a sete dias por semana (26%).



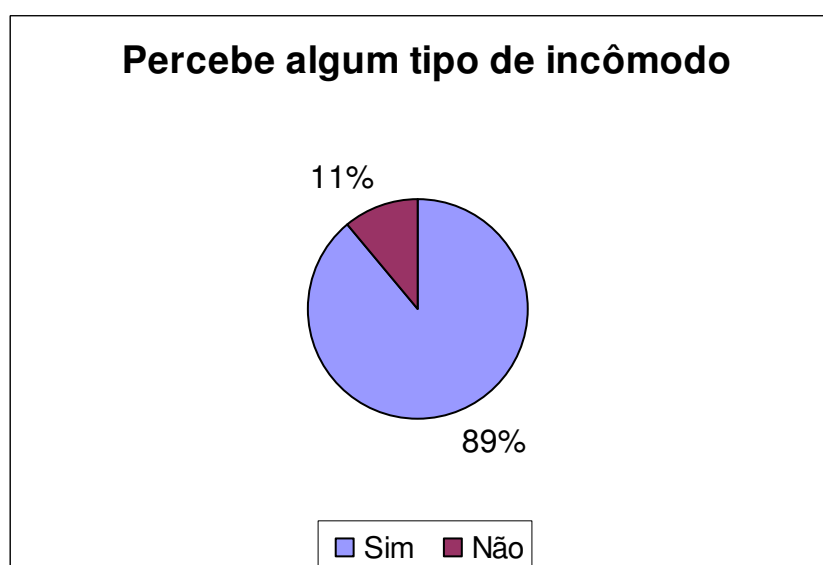


**ILUSTRAÇÃO 4:** Relação de dias na semana de tráfego próximo ao curtume.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2010.

A ilustração 4 releva que os entrevistados possuem um elevado grau de contato indireto com o curtume, pois mantém um fluxo semanal considerável de trânsito pelas proximidades do local. Esse fator levou a considerar a opinião deles sobre a atividade desenvolvida no local, questionando-os sobre possíveis incômodos identificados.

A ilustração 5 mostra que a grande maioria, 89%, identifica algum tipo de incômodo provocado pelas atividades realizadas no curtume. Por ser um processo que envolve muitas etapas os impactos e incômodos podem ser percebidos mesmo por aqueles que não possuem contato direto com o curtume, pois alguns deles são sentidos muito além das dimensões do empreendimento.



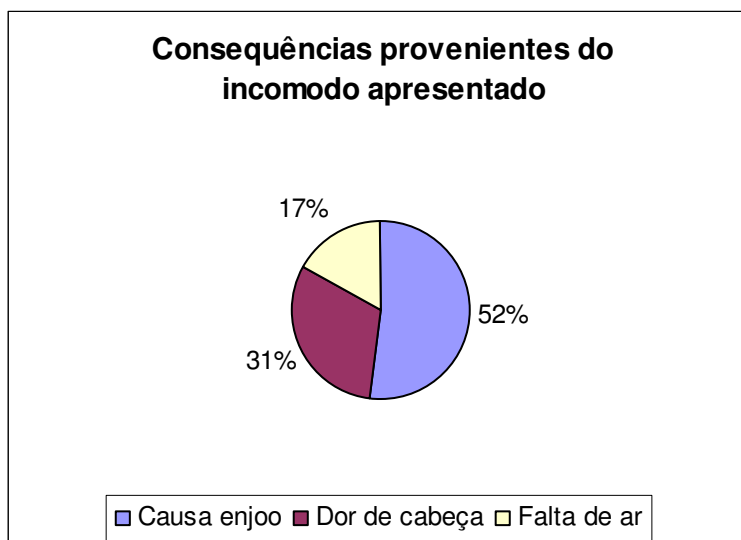
**ILUSTRAÇÃO 5:** Percepção de algum incômodo provocado pelo curtume

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2010

Para aqueles que afirmaram observar algum tipo de incômodo, o questionário procurou identificar quais eram os mais perceptíveis pelos entrevistados, que teve unanimidade em resposta, sendo que 100% citaram como principal incômodo a questão o mau cheiro sentido por todos que passam, moram ou trabalham próximos ao curtume. O odor é proveniente da decomposição das peles que estão no estagio de espera para limpeza, mas também resulta dos processos diversos que acontecem até que essa pele se transforme em couro. Isso ocorre por consequência da combinação de produtos químicos que em contato entre si e as peles exalam um forte odor de “podridão” espalhada pelo ar.

Esse incômodo identificado para os entrevistados representam duas vertentes. A primeira representada por 44% dos entrevistados não agrega nenhum valor de juízo, ou seja, é indiferente sem consequências. Já para 56% dos entrevistados, o forte odor proveniente do curtume representa um impacto sobre a saúde humana, passando de um simples incômodo para algo que vai além.

Quando questionados sobre quais seriam esses incômodos três fatores tiveram relevante apontamento, como mostra a ilustração 6.



**ILUSTRAÇÃO 6:** Incômodos proveniente dos odores do curtume

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2010.

Todos esses incômodos descritos na ilustração afetam diretamente a saúde humana, sendo que seu grau depende da defesa que cada organismo possui. Dentre os três incômodos citados o mais freqüente é o enjôo provocado pelo odor forte e tem como consequências náuseas e vômitos.

Esses aspectos levantados somente confirmam a literatura disponível que apresenta os impactos causados pela indústria do couro. Muitos se mostram visível à população que possui algum tipo de proximidade com esse tipo de empreendimento. Isso faz com que seja necessário por parte dos curtumes um constante programa de controle de suas atividades a fim de minimizar os impactos gerados por sua atividade. Nesse sentido a melhor alternativa é um programa de melhoria contínua, como será sugerido a seguir.

### **Plano de melhoria contínua para controle de odores do curtume**

Para melhor controlar os impactos da indústria do couro é necessário um controle rigoroso de seus odores, resíduos sólidos e efluentes. Aqui especificamente, o destaque é dado para a questão da minimização dos odores. Como plano podem ser destacadas as seguintes ações:

- A manutenção e higiene do local é um dos principais aspectos, principalmente evitar que os materiais que se degradam facilmente fiquem expostos em qualquer local sem o devido cuidado necessário.
- Observando a característica de direcionamento do vento, o curtume deverá implantar um sistema de cerca viva para fazer a interceptação do cheiro que se espalha, podendo utilizar em consorcio um sistema de biofiltro e o carvão ativado nos leito de estocagem desses materiais. Com relação as emissões de particulados, o curtume deve estar de acordo com a resolução CONAMA 008/90 que estabeleceu os limites máximos de emissão de poluentes, principalmente aqueles que emitem NOx<sup>5</sup> e SOx<sup>6</sup> resultante da queima de combustíveis fosseis, ou ainda do material particulado para os curtumes que utilizam lenha em suas caldeiras.
- Outro procedimento é evitar o estoque de peles frescas. Estas devem ter seu processo de curtimento iniciado no mesmo dia em que for recebida pelo curtume, pois seu processo acelerado de decomposição espalha um odor muito forte.
- Substituir o uso de sulfeto por substancias como hidrogeno-sulfeto de sódio (NaHS), produtos à base de tioglicolato, de sais do ácido formamidinosulfínico, que exalam menos odor e evita mau cheiro como aqueles produzidos pelo uso do sulfeto.
- Controlar o uso de solventes orgânicos, dando prioridade para água limpa que poderá ter todo um processo de reutilização para outras peles, bem como um tratamento mais fácil na ETE.
- Nunca estocar os resíduos sólidos, pois estes provocam grande mau cheiro oriundo da combinação de amônia e compostos orgânicos. Caso seja necessário fazer esta estocagem, o procedimento recomendado é a utilização do cal, e estar fora de água e umidade, mantendo-os em local mais fresco e arejado ate o momento de sua remoção.
- Principalmente, garantir no processo de tratamento da ETE uma qualidade de ar e oxigênio da água, evitando a formação de áreas anaeróbias que trazem mau cheiro característico.

#### 4 CONCLUSÃO

A atividade desenvolvida pela indústria de curtumes é considerada como altamente poluente e os efluentes gerados por este tipo de indústria necessitam de uma série de cuidados, devendo ter, quanto ao processo de tratamento, práticas minuciosas, a fim de buscar a sustentabilidade, através do tripé: econômico, social e ambiental, visando atingir o desenvolvimento sustentável.

No interior de Goiás os impactos dessa atividade não se difere dos apresentados em outras regiões, principalmente quando se destaca a percepção que a população que mora, trabalha ou trafega perto desse tipo de empreendimento observa. Nesse caso o incômodo mais destacado refere-se ao odor muito forte e

---

<sup>5</sup> Óxido de Nitrogênio

<sup>6</sup> Óxido de Enxofre

característico da produção do couro em todas as suas fases, principalmente resultante do uso de produtos como cromo, amônia e compostos orgânicos voláteis.

O que agrava ainda mais essa situação é o manejo inadequado desses estabelecimentos, que visivelmente, se observados, não possuem um plano de melhoria contínua que minimizem os impactos gerados por sua atividade. Sem mencionar que o odor é o mais identificado, pois se espalha pelo ar, entretanto, há outros impactos encontrados, como a poluição do solo e a poluição hídrica provenientes de lançamentos de efluentes nos corpos d'água, mais difíceis de serem observados pela população.

## REFERENCIAS

BRASIL. 2000. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. Acessado em: 21/11/2009, disponível em: <http://www.mma.gov.br>.

CLAAS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre, SENAI/RS, 1994.

MOTA, J. da S. **Eco-Eficiência: Avaliação da Sustentabilidade de Indústria de Couro no MS**. Brasília, 2001. 106p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade Brasília, Brasília, 2001.

PACHECO, José Wagner Faria. **Curtumes**. São Paulo : CETESB, 2005. Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

VON SPERLING, M. V. Princípio do tratamento biológico de águas residuárias. IN: **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1995.