



## **Avaliação dos impactos ambientais do beneficiamento de pedras preciosas**

**Letícia Canal Vieira<sup>1</sup>, Magali Rejane Rigon<sup>2</sup>, Ricardo Salami Debastiani<sup>3</sup>,  
Luciana Londero Brandli, Dra.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Passo Fundo (79117@upf.br)

<sup>2</sup>Universidade de Passo Fundo (99549@upf.br)

<sup>3</sup>Universidade de Passo Fundo (ricardodebastiani@upf.br)

<sup>4</sup>Universidade de Passo Fundo (brandli@upf.br)

### **Resumo**

A necessidade de identificação dos impactos ambientais gerados pelo setor de beneficiamento de pedras preciosas torna-se indispensável para o desenvolvimento ambiental do setor. Neste contexto, a partir da avaliação dos principais aspectos ambientais através da Matriz de Leopold busca-se identificar os impactos mais significativos do setor de beneficiamento de pedras preciosas de Soledade-RS. A Matriz de Leopold se mostrou eficiente para avaliação dos impactos resultantes do beneficiamento no setor, sendo os mais significativos o efluente gerado na etapa de tingimento, o lodo da etapa de corte e a poeira da etapa do lixamento. Ficou evidenciada a necessidade de aplicação de uma gestão ambiental no setor, assim como a implantação de novas tecnologias visando a minimização de impactos.

Palavras-chave: Matriz de Leopold. Gemas. Gestão Ambiental.

Área Temática: Impactos Ambientais.

### **Abstract**

*The necessity of the identification of the environmental impacts generated by the processing sector of precious stones is indispensable for the environmental development of the sector. In this context, from the evaluation of the mainly environmental aspects through the Leopold Matrix, the identification of the most significant impacts of the processing sector of precious stones from Soledade-RS will be achieved. The Leopold Matrix presented itself efficient for the evaluation of the impacts, being the most significant the effluent generated on the dyeing, the sludge from the cut process and the dust from the sanding. The necessity of an environmental management was evidenced, as well as the implantation of new technologies seeking for the minimization of the impacts.*

*Key words: Leopold Matrix, Gems, Environmental Management.*

*Theme Area: Environmental Impacts.*



## 1 Introdução

O crescimento do setor de pedras preciosas no município de Soledade/RS é cada vez mais evidente, prova disso é o fato de que entre 35 a 38% do PIB do município provém da comercialização de gemas (ROISENBERG e VILASBÔAS, 2010). Soledade localiza-se no Sul do Brasil no Estado do Rio Grande do Sul, a 222 Km da Capital Porto Alegre.

Sendo 71% das empresas dependentes quase que na sua totalidade da exportação (THOMÉ et al., 2010), a preocupação ambiental deve ser incorporada aos processos produtivos, necessitando ainda do desenvolvimento de novas tecnologias e programas de certificação que visem dar confiança aos compradores internacionais do real comprometimento dessas indústrias com o meio ambiente, afim de garantir a manutenção da sua competitividade no mercado.

Atividades industriais em geral geram impactos ao meio ambiente e para o setor de pedras preciosas não é diferente. A preocupação com a esfera ambiental, nunca obteve tanta força como atualmente, uma forte evidência disto são os estudos relacionados ao tema, que não ultrapassam mais do que uma década e meia (FONSECA e MARTINS, 2010; MEDEIROS et al., 2007). A necessidade de se lidar com essas questões ambientais de forma eficiente, ocasionou o desenvolvimento de um sistema, chamado sistema de gestão ambiental (SGA), forma clara e amplamente adotada pelas empresas, que é apresentada na NBR ISO 14001 (FONSECA e MARTINS, 2010).

De acordo com a ISO 14001, para que seja possível a criação de um SGA, é necessário conhecer os impactos ambientais significativos, entre outros fatores. Com estes identificados é possível definir prioridades e propor procedimentos para solucionar estes impactos, auxiliando no controle dos mesmos (POTRICH et al, 2007). As matrizes são um dos métodos de avaliação de impactos ambientais mais utilizados. Possuindo uma lista vertical contendo as tipologias de impacto e uma horizontal contendo as ações do empreendimento. Por meio deste esquema, a observação da relação entre as ações específicas do empreendimento e os tipos específicos de impacto é facilitada.

O presente trabalho busca através da avaliação dos principais aspectos ambientais das empresas de Soledade-RS identificar os impactos mais significativos do setor de beneficiamento de pedras preciosas, utilizando para isto a Matriz de Leopold.

## 2 Metodologia

A base de dados para a realização desse projeto foram os resultados encontrados nos trabalhos realizados por Thomé, et al. (2010) e Laimer (2008). Esses trabalhos, aliados com entrevistas não estruturadas e visitas *in loco* as empresas do setor e empresários externos, auxiliaram no esclarecimento e identificação dos principais impactos ambientais dessa atividade.

Para a avaliação dos impactos construiu-se uma Matriz de Leopold. Analisando o processo produtivo da empresa foi possível identificar os seus aspectos e impactos. Após a sua identificação, estes foram inseridos na matriz de Leopold e avaliados de acordo com suas características de magnitude e intensidade, para assim se chegar a uma conclusão sobre os impactos mais significativos. Na matriz, os itens de magnitude e intensidade foram avaliados, em valores de 1 a 10, conforme ciência e experiência da equipe técnica, ficando definido como itens de impacto ambiental de maior significância, aqueles que apresentam valores superiores a 9

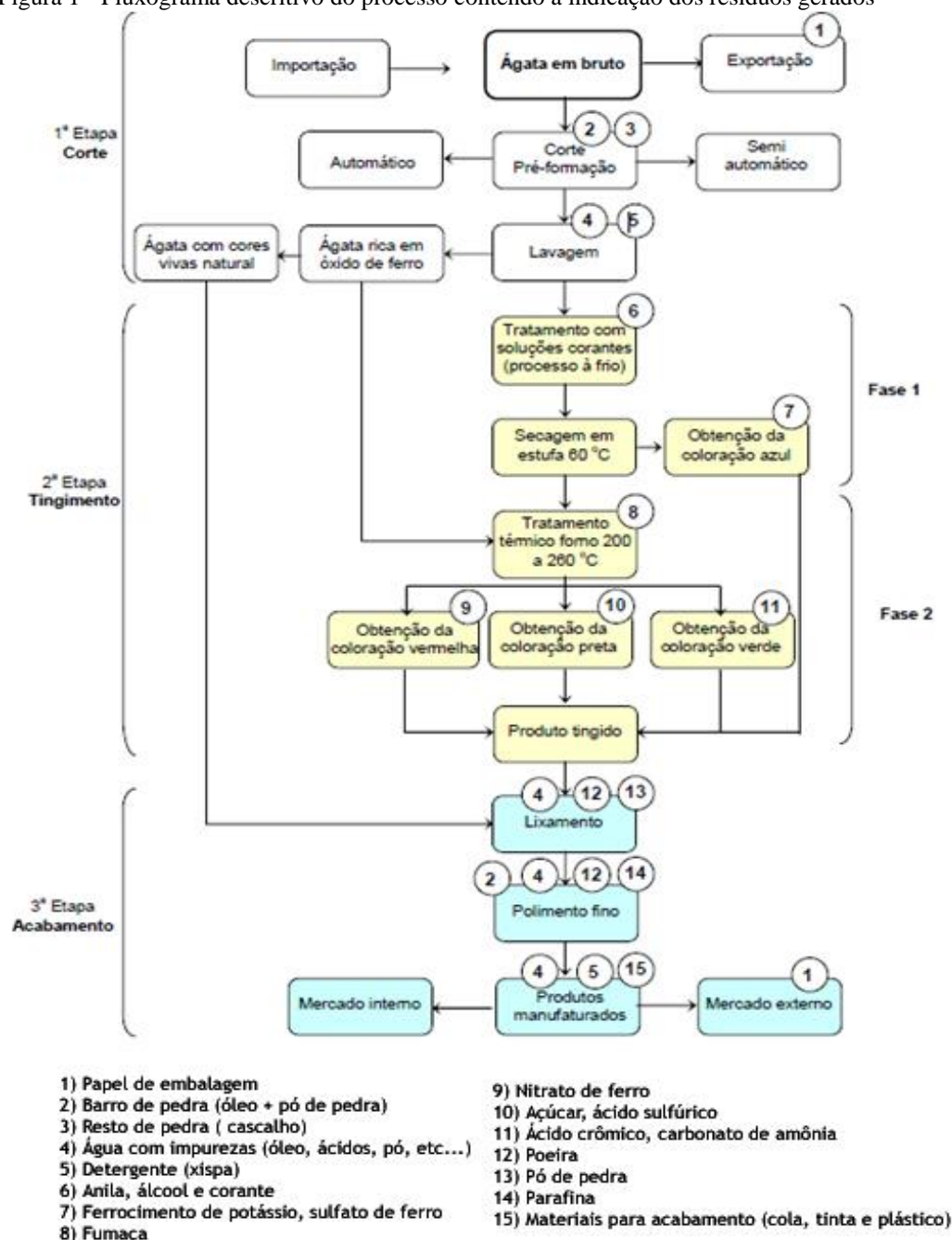


### 3 Resultados

O processo produtivo das pedras é composto por várias etapas, não necessariamente todas ocorrendo na mesma empresa. As etapas como polimento, corte, tingimento, entre outras, são terceirizadas e executadas por pequenas empresas informais, que trabalham de acordo com a sazonalidade do mercado, facilitando o desempenho das grandes empresas.

De acordo com o levantamento de Thomé et al. (2010) no decorrer desse processo produtivo, diversos resíduos acabam por serem gerados. O fluxograma apresentado na Figura 1 abaixo identifica os resíduos gerados em cada etapa do processo.

Figura 1 - Fluxograma descritivo do processo contendo a indicação dos resíduos gerados



Fonte: Thomé et al. (2010).



Assim, os impactos ambientais da atividade de beneficiamento de pedras podem ser identificados como: o consumo de energia e água das empresas, a ocupação do território, os ruídos provenientes dos equipamentos necessários ao processo produtivo e os resíduos sólidos, líquido e atmosféricos. Estes impactos são as ações e sub ações da matriz de Leopold. Cabe ressaltar que os impactos a serem analisados são oriundos exclusivamente da fase de operação do empreendimento, excluindo-se assim a instalação das empresas. A matriz é apresentada nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Matriz de Leopold preenchida pela equipe técnica (parte 1)

| PROVÁVEIS ASPECTOS E IMPACTOS NEGATIVOS EM DECORRÊNCIA DA FASE DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO |                        |  |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             |   |  |
|--|------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|--|
| Meio   | Componente Ambiental   | Ações  | Processo de corte das pedras |                             |   |                            |                  | Tingimento das pedras                |                             |   |  |
|  |                        | Aspectos                                     | Geração de Resíduos Sólidos  | Geração de lodo contaminado | Destinação final inadequada de resíduos líquidos, sólidos e gasosos | Geração de resíduo líquido | Geração de gases | Geração de material particulado (pó) | Geração de gases odoríficos | Possível infiltração no lençol freático | Escoamento superficial e contaminação de cursos d'água |
| Físico   | Água                   | Alteração da qualidade                       | 5/5                          | 10/7                        | 10/10   | 10/9                       |                  |                                      | 9/9                         | 10/10                                   |  |
|  |                        | Uso deste recurso                            |                              | 5/3                         | 10/8  | 10/9                       |                  |                                      | 9/9                         | 10/9                                    |  |
|  |                        | Carreamento de Detritos                      | 8/5                          | 9/4                         | 9/9   |                            |                  |                                      |                             | 10/8                                    |  |
|  |                        | Vibrações                                    |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             |   |  |
|  | Ar                     | Mudança do microclima                        |                              |                             |   |                            | 5/1              |                                      |                             |   |  |
|  |                        | Alteração da qualidade                       |                              |                             | 10/10   |                            | 10/10            | 10/10                                | 9/10                        |   |  |
|  | Solo                   | Aumento de erosão                            |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             | 5/1                                     |  |
|  |                        | Redução da permeabilidade                    |                              |                             | 9/9   |                            |                  |                                      |                             | 5/1                                     |  |
|  |                        | Alteração da qualidade e degradação          | 9/5                          | 10/10                       | 10/10   | 10/10                      |                  |                                      |                             | 8/5                                     |  |
|  |                        | Redução da infiltração e recarga subterrânea |                              |                             | 9/9   |                            |                  |                                      |                             | 9/9                                     |  |
| Biótico  | Flora                  | Arborização da área                          |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             |   |  |
|  |                        | Perda da cobertura vegetal                   |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             | 5/2                                     |  |
|  |                        | Perda de biodiversidade                      |                              | 9/9                         | 10/9  | 9/9                        |                  |                                      | 8/4                         | 5/1                                     |  |
|  |                        | Descaracterização do habitat                 | 7/5                          | 10/10                       | 10/10   | 10/10                      |                  |                                      | 10/7                        | 9/9                                     |  |
|  | Fauna                  | Interferência nas rotas migratórias          |                              |                             | 8/5   | 8/4                        |                  |                                      |                             | 10/10                                   |  |
|  |                        | Degradação de APPs e corredores ecológicos   | 5/3                          |                             | 9/9   | 9/5                        |                  |                                      | 5/1                         | 7/3                                     |  |
|  |                        | Perda de biodiversidade                      |                              |                             | 10/6  | 10/9                       | 5/2              | 9/9                                  | 8/5                         | 8/3                                     |  |
|  |                        | Degradação                                   |                              | 7/5                         | 10/7  | 10/9                       |                  | 10/8                                 |                             | 5/5                                     |  |
|  |                        | Descaracterização do habitat                 | 8/5                          | 9/9                         | 10/7  | 10/10                      | 10/5             | 10/10                                | 8/5                         | 7/3                                     | 10/5   |
|  |                        |  |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             |   |  |
| Socioeconômico   | Qualidade de vida      | 9/9  | 10/9                         | 10/10                       | 10/10   | 10/10                      | 10/10            | 10/10                                | 5/1                         | 5/1                                     |  |
|  | Valoração imobiliária  | 9/9  | 9/9                          | 10/9                        | 10/10   | 9/9                        | 9/9              | 10/10                                |                             | 1/1                                     |  |
|  | Alteração da paisagem  | 7/5  | 9/9                          | 9/9                         |   |                            |                  |                                      |                             | 4/1                                     |  |
|  | Saúde Ocupacional      | 10/10  | 10/10                        | 10/10                       | 10/10   | 10/10                      | 10/10            | 5/3                                  | 7/5                         | 6/5                                     |  |
|  | Arborização da área    |  |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             |   |  |
|  | Organização do tráfego |  |                              |                             |   |                            |                  |                                      |                             |   |  |

Critérios de pontuação: Magnitude do Impacto: 1 (mínimo) a 10 (máximo).

Significância: 1(mínimo) a 10 (máximo).



Figura 3 - Matriz de Leopold preenchida pela equipe técnica (parte 2)

| PROVÁVEIS ASPECTOS E IMPACTOS NEGATIVOS EM DECORRÊNCIA DA FASE DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO |                        |  |                                       |   |                   |                     |  |
|--|------------------------|--|---------------------------------------|---|-------------------|---------------------|--|
| Meio   | Componente Ambiental   | Ações  | Acidentes envolvendo produtos tóxicos | Ruídos provenientes de atividades do processo produtivo | Fluxo de veículos | Lixamento de pedras |  |
|  |                        | Subações                                     |                                       |   |                   |                     | Alteração do ambiente sonoro por ruído |
| Físico   | Água                   | Alteração da qualidade                       | 10/5                                  |   |                   |                     |  |
|  |                        | Uso deste recurso                            | 10/8                                  |   |                   |                     |  |
|  |                        | Carreamento de Detritos                      | 5/3                                   |   |                   |                     |  |
|  |                        | Vibrações                                    |                                       | 5/1   | 5/6               |                     |  |
|  | Ar                     | Mudança do microclima                        |                                       |   |                   |                     |  |
|  |                        | Alteração da qualidade                       | 10/6                                  | 5/3   | 5/4               | 6/5                 | 10/10                                  |
|  | Solo                   | Aumento de erosão                            |                                       |   |                   |                     |  |
|  |                        | Redução da permeabilidade                    |                                       |   | 8/5               |                     |  |
|  |                        | Alteração da qualidade e degradação          | 10/7                                  |   |                   |                     |  |
|  |                        | Redução da infiltração e recarga subterrânea |                                       |   | 5/1               |                     |  |
| Biótico  | Flora                  | Arborização da área                          |                                       |   |                   |                     |  |
|  |                        | Perda da cobertura vegetal                   |                                       |   |                   |                     |  |
|  |                        | Perda de biodiversidade                      | 10/5                                  |   |                   |                     |  |
|  |                        | Descaracterização do habitat                 | 10/6                                  |   |                   |                     | 5/1                                    |
|  | Fauna                  | Interferência nas rotas migratórias          | 4/1                                   | 6/4   | 7/5               |                     |  |
|  |                        | Degradação de APPs e corredores ecológicos   | 3/1                                   |   |                   |                     |  |
|  |                        | Perda de biodiversidade                      | 9/8                                   |   | 4/1               |                     |  |
|  |                        | Degradação                                   | 10/8                                  | 5/1   |                   |                     | 1/1                                    |
|  |                        | Descaracterização do habitat                 | 10/10                                 | 5/5   |                   | 6/5                 | 5/1                                    |
|  |                        | Qualidade de vida                            | 10/10                                 | 7/5   | 1/1               | 5/2                 | 10/10                                  |
| Socioeconômico   | Valoração imobiliária  | 10/8   | 9/1                                   |   | 1/1               | 9/5                 |  |
|  | Alteração da paisagem  | 5/3  |                                       |   | 4/1               |                     |  |
|  | Saúde Ocupacional      | 10/10  | 10/6                                  | 4/1   | 5/1               | 10/10               |  |
|  | Arborização da área    |  |                                       |   |                   |                     |  |
|  | Organização do tráfego |  |                                       | 10/4  |                   |                     |  |

Critérios de pontuação: Magnitude do Impacto: 1 (mínimo) a 10 (máximo).  
Significância: 1(mínimo) a 10 (máximo).



De posse dos resultados encontrados na matriz de Leopold, que levou em consideração todos os impactos ambientais do setor de beneficiamento de pedras preciosas, identificou-se em reunião com os membros da equipe de trabalho, os três impactos que se mostraram mais significativos negativamente em relação ao meio ambiente.

### 3.1 Efluente

De acordo com as informações obtidas, o efluente gerado pelas empresas contém óleo, ácidos, detergentes, soda e anilina. O efluente é gerado nas etapas de lavagem, corte e polimento de pedras e é considerado tóxico e perigoso, pois é prejudicial à saúde humana e pode causar impactos na flora e fauna aquática.

Dentre as empresas pesquisadas no trabalho de Thomé et al. (2010), várias encaminham o efluente para a estação de tratamento municipal, porém algumas admitiam que o efluente é conduzido diretamente a rede de esgoto, enquanto outras não informaram o destino dos mesmos.

Técnicas de tratamento para o efluente gerado no tingimento das pedras já existem, o uso de processos oxidativos avançados (POAs) são uma alternativa eficaz para destruir poluentes tóxicos biologicamente recalcitrantes, caso dos corantes presentes no efluente do tingimento (MACHADO e STULP, 2010). Mais especificamente os uso de Fenton para o tratamento deste efluente foi constatado como o mais eficaz em vários estudos (BARROS, et al 2005; BIANCO et al 2011).

### 3.2 Lodo da etapa de corte

O corte ou serragem da pedra é mais comumente encontrado nas pequenas indústrias (popularmente chamadas de “fabriquetas”), provavelmente por ser este um processo que necessita de mão-de-obra pouco qualificada. Esta etapa demanda de uma grande quantidade de óleo, em média 600 litros por mês. Esse óleo acaba por formar, junto com o pó da serra, um lodo que se deposita ao fundo do equipamento e que, quando não pode mais ser reutilizado, acaba se tornando um passivo ambiental para a empresa por ser classificado como um resíduo classe I - perigoso.

Atualmente esse resíduo é armazenado em tambores, por determinação do órgão ambiental do estado do Rio Grande do Sul, FEPAM. A geração mensal de lodo na região é de 5 toneladas, existindo um passivo ambiental acumulado de 2000 toneladas (BETAT et al., 2009). Isso evidencia a necessidade de uma solução para este resíduo, caso contrário deverá ser destinado para uma central de tratamento de resíduos perigosos, para que sua disposição adequada seja efetuada.

A extração de óleo do lodo da etapa de corte, com o objetivo de transformá-lo em um material inerte e reduzir o seu teor de diesel, vem sendo pesquisada (Cecchin et al., 2010). A possibilidade do uso de lodo na composição de massas cerâmicas também se apresenta como uma alternativa viável, devido a grande concentração de sílica que possui (em torno de 94,77%), conforme mostrado no trabalho de Bruxel, (2011).

### 3.3 Poeira

Nas empresas que efetuam o processo de lixamento e polimento de pedras preciosas, o maior problema enfrentado é o pó gerado no processo. Essa poeira se caracteriza como sendo um dos principais impactos ambientais do setor, pois devido a sua composição, acaba por causar as pessoas que com ela tem contato uma doença típica de atividades mineradoras, chamada silicose. A silicose é causada pela inalação de finas partículas de sílica que produzem inflamação e cicatrizações nos pulmões.



A poeira da etapa de lixamento pode ser coletada fazendo o uso de equipamentos como ciclones e filtros de manga, e o uso de equipamentos de proteção individual por parte dos funcionários é indispensável.

#### 4 Conclusão

Os principais impactos identificados pela avaliação de impacto foram o efluente, resultante do tingimento das pedras, o lodo proveniente da etapa de corte e a poeira resultante da etapa de lixamento. A Matriz de Leopold se mostrou eficiente para avaliação dos impactos resultantes do beneficiamento no setor. Esses resultados indicam os principais pontos de ação e qual deve ser o foco inicial da gestão ambiental dessas empresas.

A resolução destes impactos é inevitável, para que se possa cumprir a legislação, preservar a saúde pública e o meio ambiente. É necessária a busca de alternativas para as práticas atuais, que podem começar desde um melhor planejamento da produção reduzindo desperdício e geração de resíduos/efluentes, indo até o descobrimento de novas tecnologias para o reaproveitamento destes resíduos por meio de pesquisas. Somente através de pesquisas será possível encontrar soluções capazes de agregar valor a algo que antes era um resíduo e o retornar ao processo produtivo, tornando este mais cíclico.

#### Referências

BARROS, A. L.; PIZZOLATO, T. M.; CARISSIMI, E.; SCHNEIDER, I. A. H. Decolorizing dye wastewater from the agate industry with Fenton oxidation process, *Minerals Engineering*, v. 19, p. 87-90, 2006.

BETAT, E. F.; PEREIRA, F. M.; VERNEY, J. C. K. de. Concretos produzidos com resíduos do beneficiamento de ágata: avaliação da resistência a compressão e do consumo de cimento, *Revista Matéria*, v. 14, n.3, p. 1047 – 1060, 2009.

BIANCO, B.; MICHELIS, I.; VEGLIÒ, F. Fenton treatment of complex industrial wastewater: Optimization of process conditions by surface response method, *Journal of Hazardous Materials*, v. 186, p. 1733-1738, 2011.

BRUXEL, R. F. A problemática dos resíduos provenientes do setor de gemas: avaliação da incorporação de lodo de gemas na massa cerâmica, dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Univates, Lageado, 2011.

CECCHIN, I.; BRIÃO, V. B.; THOMÉ, A. **Remediação por impacto físico-químico de resíduo contaminado com diesel do beneficiamento de geodos de ágata da cidade de Soledade.** XXIV Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia – CRICTE, 2010.

FONSECA, S. A.; MARTINS, P. S. Gestão ambiental: uma súplica do planeta, um desafio para políticas públicas, incubadoras e pequenas empresas. *Produção*, v. 20, n. 4, p. 538-548, 2010.

LAIMER, V.R. **O desempenho ambiental das empresas do sindicato de pedras preciosas de Soledade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Infraestrutura e Meio Ambiente, UPF, Passo Fundo, 2008.



MACHADO, V. R.; STULP, S. Avaliação do processo de oxidação em fluxo de efluente sintético proveniente do tingimento de gemas contendo o corante Rodamina B, **Revista Destaques Acadêmicos**, v.2, n.4, 2010.

MEDEIROS, D. D.; CALÁBRIA, F. A.; SILVA, G. C. S.; FILHO, J. C. G. S. Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua, **Produção**, v.17, n. 1, p. 109-128, 2007.

POTRICH, A. L.; TEIXEIRA, C. E.; FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 3, n. 3, p. 162-175, 2007.

ROISENBERG, A.; VILASBÔAS, F. S. Impacto ambiental do beneficiamento de ágatas na região de Soledade/RS. In: HARTMANN, L. A.; SILVA, J. T. (Org.). **Tecnologias para o setor de gemas, jóias e mineração**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, p. 192-204, 2010.

THOMÉ, A. et al. Diagnóstico dos resíduos gerados pelo setor de pedras preciosas do município de Soledade/RS. In: HARTMANN, L. A.; SILVA, J. T. (Org.). **Tecnologias para o setor de gemas, jóias e mineração**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, p. 90-104, 2010.