



# Acca4<sup>th</sup>emic

## INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

## **Análise da Geração de Resíduos em uma Indústria Beneficiadora de Gemas: Um Estudo de Caso Visando o Reuso**

SINDELAR, F. C. W.<sup>a</sup>, BARDEN, J. E.<sup>b</sup>, STULP, S.<sup>c</sup>

*a. Centro Universitário Univates, Lajeado/RS, fernanda@univates.br*

*b. Centro Universitário Univates, Lajeado/RS, jbarden@univates.br*

*c. Centro Universitário Univates, Lajeado/RS, stulp@univates.br*

### **Resumo**

A cadeia produtiva de gemas e joias é uma importante fonte de renda e geradora de empregos no Brasil, dado que o país destaca-se em termos mundiais pela extração e beneficiamento destes materiais. No entanto, esta atividade gera um elevado volume de resíduos. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo analisar a geração de resíduos em uma indústria beneficiadora de gemas, visando a busca de alternativas para seu o tratamento e reuso em outras aplicações, como, por exemplo, na composição de argilas cerâmicas. A presente pesquisa constitui-se de abordagem quantitativa, com o caráter exploratório e descritivo, utilizando para isso bibliografias e estudo de caso. Como resultado, foi possível observar que ao final do processo de beneficiamento apenas 65% das peças chegam em conformidade, enquanto que 35% delas apresentam algum tipo de defeito. Além disso, em termos de volume, verifica-se que apenas 15% das gemas tornam-se produto final acabado, sendo o restante transformado em diversos tipos de resíduos sólidos e líquidos, contaminados com óleo de corte, os quais necessitam ser tratados adequadamente para que possam receber uma destinação ambientalmente correta e garantir a sustentabilidade da atividade.

**Palavras-chave:** *processo de beneficiamento, gemas e joias, resíduo.*

### **1 Introdução**

Desde a antiguidade, a mineração é considerada uma atividade importante para o homem, visto que é uma fonte de renda e de geração de empregos, contribuindo assim, para o desenvolvimento das sociedades. No entanto, embora a extração dos minerais tenha sido aprimorada ao longo dos anos, não há como eliminar a alteração e degradação do meio ambiente (Folle et al, 2010).

O Brasil destaca-se em termos mundiais pela variedade de gemas encontradas e extraídas do seu território, visto que possui uma das maiores províncias gemológicas do planeta. É possível observar que a extração ocorre na maioria dos estados, especialmente em Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Pará e Tocantins. Em 2010, a cadeia produtiva de gemas e joias no País apresentou um faturamento estimado em US\$ 6,5 bilhões e gerou cerca de 310.000 empregos diretos, localizados principalmente em pequenas e médias empresas, as quais são responsáveis por aproximadamente 95% da produção nacional (IBGM, 2012).

O Rio Grande do sul destaca-se na produção de ágatas e ametistas, as quais podem ser

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

encontradas em geodos de rochas vulcânicas da Formação da Serra Geral. Denomina-se de ágatas uma variedade do quartzo, que podem ser encontradas em rochas arredondadas constituídas, de fora para dentro, por camadas de fibras microcristalinas de calcedônia, além de uma camada micro e macrocristalina de quartzo e um espaço vazio central (WANG; MERINO, 1990).

No entanto, apesar do destaque da cadeia produtiva de gemas e joias no cenário nacional e internacional, as empresas deste segmento tem enfrentado dificuldades, como: a) a alta carga tributária incidente sobre o setor, a qual incentiva a permanência na informalidade e inibe a realização de novos investimentos; b) a reduzida produtividade do setor decorrente da baixa utilização de tecnologia na extração das gemas e da falta de conhecimento dos lapidários, resultando na geração de perdas e no aumento dos custos de produção; c) o baixo nível de investimentos no setor pelo governo e a falta de desenvolvimento de pesquisas que identifiquem o tamanho e o potencial das reservas brasileiras; d) a demora e a dificuldade de obtenção de licenças ambientais junto aos órgãos responsáveis, para o desenvolvimento da atividade, entre outros (IBGM, 2005).

De modo complementar, Batisti & Tatsch (2010) também destacaram problemas desse segmento no Rio Grande do Sul, como as condições inadequadas de trabalho nos garimpos, o uso de tecnologias ultrapassadas no processo produtivo, gerando baixa produtividade, e a comercialização de produtos sem agregação de valores e uma padronização, de modo que os preços dos seus produtos não são competitivos.

Assim, os agentes envolvidos na cadeia precisam encontrar maneiras para regularizar a atividade e modernizar o processo produtivo, através da incorporação de novas tecnologias que permitam aumentar a produtividade e reduzir a geração de resíduos, de forma minimizar os custos e garantir sua produção em um contexto ambientalmente correto e sustentável.

Esse quadro desfavorável envolvendo a produção de gemas e joias, no que se refere ao setor ambiental, tem sido alterado através do uso de tecnologias limpas. A produção mais limpa pode ser caracterizada como uma ferramenta de uso contínuo que tem por objetivo utilizar os recursos naturais de forma mais eficiente, de modo a não gerar, minimizar ou reciclar os resíduos e as emissões geradas, trazendo benefícios ambientais, econômicos e para a saúde do trabalhador (CNTL, 2003).

Para Seiffert (2011, p.28), a produção mais limpa "significa a aplicação continuada de uma estratégia ambiental integrada e preventiva, aplicada a processos, produtos e serviços, visando aumentar a sua ecoeficiência e a redução dos riscos aos ambientes internos (saúde e segurança ocupacional) e externos à organização (meio ambiente)".

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar a geração de resíduos de uma indústria beneficiadora de gemas, visando a busca de alternativas para seu o tratamento e reuso em novas aplicações.

## **2 Metodologia**

O presente trabalho se constitui pela abordagem quantitativa, de caráter exploratório, visto que este é um tema pouco estudado, e descritivo, pois se pretende descrever o processo de beneficiamento de gemas, e, através da coleta de dados, medir e avaliar a geração de resíduos da atividade (SAMPLIERI, COLLADO LUCIO, 2006), utilizando para isso bibliografias e estudo de caso.

Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente elaborou-se o fluxograma do processo produtivo da indústria beneficiadora de gemas, o qual permitiu compreender as etapas necessárias para o beneficiamento das gemas, assim como, identificar os tipos de resíduos gerados em cada uma dessas etapas. Ele foi elaborado com base no modelo proposto por Domingues & Paulino (2009).

Em seguida, buscou-se quantificar a geração de resíduos a partir de uma amostra da produção. A coleta de dados foi realizada em uma empresa beneficiadora de gemas localizada no município de Teutônia/RS. Os dados foram levantados a partir da análise de documentos e relatórios do processo de produção, no período de agosto de 2012 a dezembro/2012.

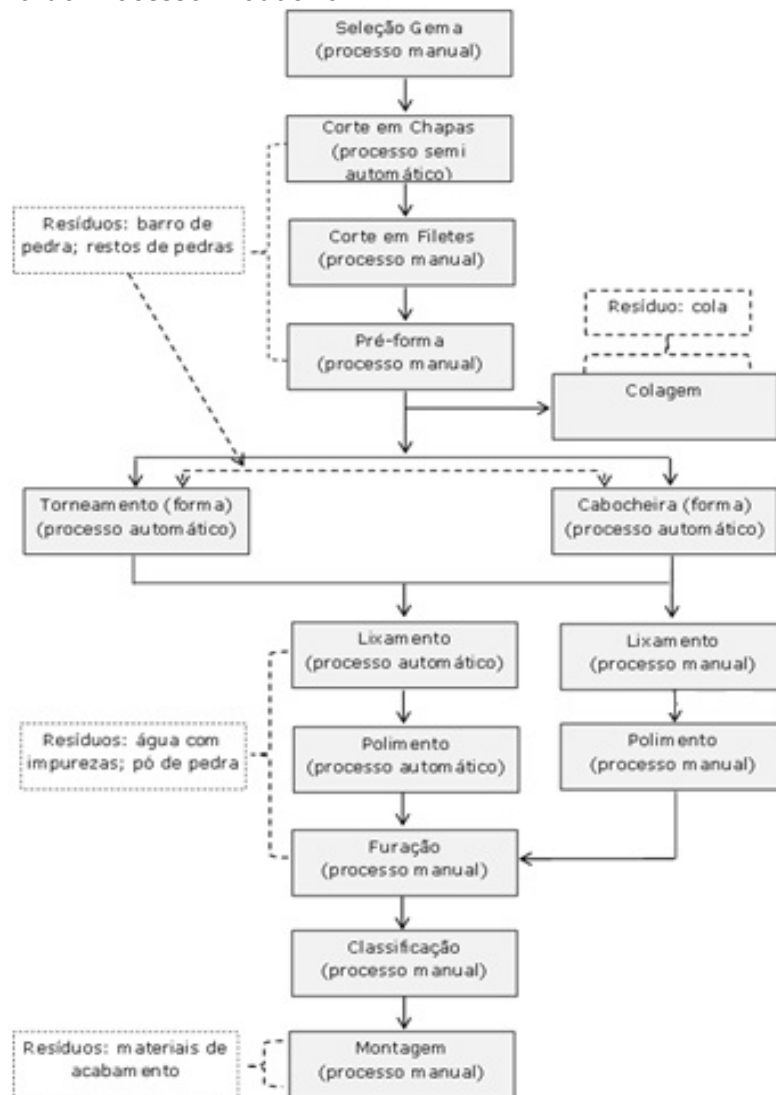
Para o levantamento da geração de resíduos analisou-se as informações constantes nas fichas de produção de peças no setor de cabocheira, no qual se produzem peças para a produção de joias (brincos, anéis, colares, pingentes) destinadas ao mercado nacional. Estas fichas foram preenchidas de forma manual por diferentes funcionários, em diversas etapas do processo de produção, sendo que algumas fichas apresentaram informações incoerentes. Por este motivo a amostra foi definida por conveniência, em virtude da dificuldade no controle integral das atividades, levando em consideração a disponibilidade das informações necessárias.

Foram coletadas informações sobre a quantidade de peças beneficiadas em cada etapa produtiva e as peças produzidas com defeito, assim como, quantificou-se a massa das chapas brutas e das peças acabadas, de modo a estimar a geração de resíduos, sendo igualmente determinada a massa das peças produzidas com defeito.

### 3 Resultados e Discussões

O processo de beneficiamento de gemas é composto por etapas como corte, lixamento, polimento, acabamento, entre outros, nas quais diferentes tipos de resíduos são gerados (sólidos e líquidos), conforme pode ser observado na Figura 01 (abaixo).

Figura 01 – Fluxograma do Processo Produtivo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ele inicia-se com o processo de escolha das gemas que serão beneficiadas, de acordo com o produto final que se deseja obter. Este processo de classificação das gemas é realizado no depósito de

gemas da empresa, no qual se encontram diferentes tipos de gemas preciosas, como ágatas, quartzos, jaspes, howlitas, dolomitas, sodalitas, olho de tigre, entre outros.

As gemas utilizadas na empresa são adquiridas principalmente de jazidas localizadas nos municípios de Ametista do Sul/RS, Salto do Jacuí/RS e ainda de jazidas do Uruguai. A escolha dos fornecedores localizados nestas regiões deve-se ao fato de serem jazidas com autorização legal dos órgãos ambientais para funcionamento.

Em seguida é realizado o corte da gema em forma de chapas em máquinas denominadas de “serra caixaão”, de acordo com a espessura que se deseja obter, além da remoção das partes da gema (casca) (Figura 01) que não são utilizadas. Para realizar o corte, é utilizado como lubrificante o óleo diesel marítimo (utilizado como lubrificante e refrigerante), em virtude deste garantir uma maior segurança, visto que seu ponto de fulgor é mais elevado se comparado aos demais óleos, além de garantir um bom desempenho. Em consequência, forma-se como resíduo um lodo acinzentado escuro (Figura 02), composto por uma mistura de óleo naval, pó e pequenos restos da gema cortada. Além disso, também há a sobras de restos de gemas, que em alguns casos, ainda podem ser reaproveitadas na fabricação de outras peças (sendo denominadas de sobra de caroço), e em outros casos, a sobra é formada por pequenos cacos da gema ou a parte externa (casca da gema), impossibilitando o seu reaproveitamento, e neste caso sendo estas encaminhadas para um posterior descarte. De acordo com Bruxel (2009), nesta etapa aproximadamente 50% da matéria-prima transforma-se em resíduo.



Figura 01 – Restos de gemas (Cacos e casca de ágata)



Figura 02 – Lodo proveniente do processo de beneficiamento de gemas

Esse lodo caracteriza-se como “uma mistura sólida líquida rica em hidrocarbonetos saturados (parafínicos ou naftênicos) ou aromáticos e com pequena quantidade de gás sulfídrico, o que impossibilita uma destinação ambientalmente correta sem um tratamento prévio do lodo” (FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO, 2012).

Na etapa seguinte, as chapas são cortadas em filetes e após picadas no tamanho da “pré-forma” desejada, e estas encaminhadas para máquinas automáticas denominadas de “cabocheiras” onde são realizados o torneamento e a formação da peça de acordo com o tamanho e o formato desejado. Nesta etapa, também existe a formação do lodo (pó da gema misturado ao óleo marítimo) como resíduo, uma vez que para o seu funcionamento também existe a utilização do óleo naval, porém em menor quantidade.

Após o processo de formação, tem-se o processo de lixamento e polimento, sendo os resíduos formados por água, pó de gema e pó de esmeril, os quais são encaminhados para uma estação de tratamento. E, por fim, as gemas beneficiadas são classificadas, separadas e encaminhadas para o setor de montagem das joias, sendo os metais utilizados nesse processo adquiridos de outras empresas. O prazo médio necessário para o beneficiamento das gemas é de aproximadamente 30 a 45 dias.

A empresa em estudo beneficia diversos tipos de gemas utilizadas na fabricação de joias a serem comercializadas no mercado nacional. A produção das peças ocorre mediante encomendas e segue um caderno de tendências de cores e modelos. Como esse mercado está diretamente relacionado a padrões de moda, existe a necessidade constante de produção de novos modelos e cores. Esse fato inviabiliza a produção em grandes quantidades. Por isso, um desafio para a empresa é conseguir seguir uma tendência utilizando peças de coleções anteriores, alternando apenas os metais que dão suporte, para evitar maiores mudanças no processo produtivo, no entanto, como isso nem sempre é possível, a empresa atualmente trabalha com mais 400 modelos de cabochão, combinando isto com uma cartela de mais de 15 tipos e cores de gemas.

Além disso, cabe destacar algumas particularidades do processo de beneficiamento das gemas. Como as gemas são sensíveis e irregulares, podendo apresentar defeitos internos que só ficam perceptíveis ao final da etapa produtiva, após o polimento, existe a necessidade de produzir um número maior de peças do que as encomendadas. Em geral, inicia-se a produção com no mínimo 100% a mais do que a quantidade solicitada por cliente. Ademais, como o desenho natural difere entre

uma gema e outra, no momento da montagem de uma joia, é necessário que as peças sejam parecidas. Por isso, nem sempre ter a peça final no tamanho desejado é suficiente para garantir a entrega do produto ao cliente.

A amostra analisada neste trabalho abrangeu a produção de 77.490 peças, de aproximadamente 100 modelos diferentes e 24 cores de gemas, agrupadas por tipo, conforme visualizado na tabela 01. Entre as principais gemas beneficiadas estão ágatas (39%), quartzos (18%) e jaspes (11%).

Tabela 01 – Amostra da Produção de Peças do setor Cabocheira agosto a dezembro 2012.

Tipo de Gema	Quantidade Produzida (por setor)				Peso (gramas)				
	Filetagem	Colagem e Cabocheira	Lixa, Tinta e Polimento	Classificação	Peças produzidas com Defeitos	Produção Peças	Peças Acabadas	Peças com defeito	Perdas no processo
Ágata	30.571	29.667	27.546	22.052	8.519	307,6	55,8	22,2	229,6
Ametista	3.988	3.262	3.051	1.881	2.107	67,3	4,4	5,3	57,6
Cristal	740	573	500	374	366	15,5	1,8	1,5	12,2
Dolamita	2.906	2.692	2.635	1.890	1.016	36,8	4,6	3,0	29,1
Howlita	488	421	406	360	128	4,7	0,9	0,3	3,5
Jaspe	8.733	8.274	7.982	5.518	3.215	76,0	9,6	6,3	60,1
Morganito	4.537	4.116	4.069	2.831	1.706	61,6	7,9	5,6	48,1
Olho de Tigre	863	812	810	490	373	21,7	2,4	1,8	17,6
Ônix	6.253	5.932	5.582	4.294	1.959	55,5	10,3	4,6	40,6
Gema Sol	220	181	180	170	50	4,1	1,0	0,3	2,8
Quartzo	13.591	11.854	11.505	7.582	6.009	155,2	19,5	15,0	120,7
Sodalita	4.600	3.835	3.967	2.581	2.019	32,5	6,3	3,6	22,6
<b>Total</b>	<b>77.490</b>	<b>71.619</b>	<b>68.233</b>	<b>50.023</b>	<b>27.467</b>	<b>838,5</b>	<b>124,5</b>	<b>69,5</b>	<b>644,5</b>

Fonte: Empresa Caye Pedras Brasil.

A partir da amostra, observa-se as perdas ocorridas durante o processo. De forma geral, do total produzido pelo setor da filetagem, apenas 65% são peças em conformidade, enquanto que 35% das peças apresentam algum defeito. Entre os defeitos tem-se peças fora do tamanho (maior ou menor que o especificado), peças quebradas ou trincadas, peças com tonalidade diferente da esperada, decorrente de falhas naturais, entre outros. Em alguns casos, elas podem ser reintroduzidas ao processo de produção, para que sejam feitos os ajustes necessários, ou reaproveitadas na produção de outras joias. Porém, 35% das peças com defeito chegam quebradas ao final do processo, e neste caso, estas peças também são consideradas como um resíduo.

Essas perdas também variam de acordo com o tipo de gema selecionada. Em alguns casos, as perdas são pequenas, como é o caso da gema sol, howlita e ágatas, onde as peças produzidas com defeito representaram 23%, 26% e 28% do total produzido respectivamente; em outros tipos de gemas, as perdas são maiores, como é o caso ametista, cristal e quartzo, onde a proporção de peças defeituosas representou 53%, 49% e 44% respectivamente.

Além disso, para a produção das peças foram utilizados 838,5 kg de chapas de gemas, resultando em 124,5 kg de peças acabadas, o que representa 15%, enquanto que a matéria-prima perdida no processo representou 644,5 kg (85%), a qual se encontra sob forma de lodo ou restos de gema inutilizados (cacos e casca da gema), ou ainda, de peças produzidas com defeito (8% da matéria-prima).

Dentre os resíduos, destaca-se a geração do lodo, em especial, pelo volume gerado, visto que ao final do processo de produção, conforme já exposto anteriormente, mais de 50% da matéria-prima transforma-se em lodo, o qual vem sendo armazenado em tambores de 200 litros, e para o qual a empresa busca uma alternativa de reutilização, pois do contrário, precisará ser encaminhado para um aterro sanitário, implicando em custos para a empresa e num passivo ambiental em parceria com este aterro.

## Considerações Finais

A indústria de beneficiamento de gemas produz diversos resíduos em seu processo produtivo. No presente trabalho, buscou-se analisar a geração de resíduos de uma indústria deste segmento a partir de um estudo de caso visando a busca de alternativas para seu o tratamento e reuso em novas aplicações.

A empresa em estudo beneficia diferentes tipos de gemas, as quais por possuírem características diferentes, também apresentaram um desempenho diferenciado quanto a geração de resíduos. No entanto, a partir dos dados analisados em uma amostra, foi possível observar que do total de peças produzidas pelo setor inicial, apenas 65% chegam em conformidade ao final do processo, enquanto que 35% das peças apresentam algum tipo de defeito. Além disso, ao analisar o volume da matéria prima utilizada, verifica-se que apenas 15% tornam-se produto final acabado, sendo o restante transformado em resíduo.

Analisando estudos anteriores é possível encontrar algumas alternativas para o tratamento dos resíduos, de modo a conceder-lhes um destino mais adequado que o seu encaminhamento para um aterro sanitário, e contribuindo assim, para a preservação do meio ambiente.

Uma proposta de tratamento do resíduo formado pelo lodo é encontrada em Cecchin (2011) e Thomé, Cecchin & Freitas (2012), os quais propõem a descontaminação do resíduo com a aplicação do método *Soil Washing* modificado (sistema adaptado de lavagem de solo), o qual busca remover os poluentes encontrados no resíduo com o uso de soluções de hidróxido de sódio em diferentes concentrações. Este método contribui para a separação parcial do óleo, porém ao final do processo teve-se a geração de um segundo lodo resultante da saponificação do óleo presente no lodo estudado, que não pode ser reaproveitado.

Eidelwein (2012) em seu trabalho sugere o tratamento do resíduo com éter de petróleo, o qual é um solvente apolar de baixo preço e de fácil acesso às empresas. Este processo permite a separação do óleo e dos restos de gema (resíduo seco), possibilitando que o óleo seja reutilizado no processo produtivo, e, introduzindo assim, técnicas de uma produção mais limpa e contribuindo para a redução da contaminação ambiental; enquanto que o resíduo formado pelos restos das gemas (rico em sílica), o qual chega seco e fino ao final do tratamento, sem resíduos de óleo, pode receber uma destinação mais nobre, ao invés do seu encaminhamento ao aterro sanitário. Por esta razão, esta alternativa apresenta vantagens em relação ao método anterior.

Uma alternativa para o reuso do resíduo seco é encontrada nos trabalhos de Bruxel (2011) e Bruxel *et al* (2012) os quais propõem a sua incorporação na massa cerâmica. Isso é possível dada às características em comuns apresentadas pelo lodo e pela argila, visto que ambos possuem em sua composição uma quantidade expressiva de sílica. Nos trabalhos foram desenvolvidos testes incorporando-se diferentes quantidades de lodo, sendo os corpos de prova produzidos em escala industrial, o que possibilitou a obtenção de resultados mais confiáveis, sendo o melhor resultado obtido a partir da incorporação de 5% de lodo a massa cerâmica. O uso de percentuais superiores poderia comprometer a qualidade, a resistência e a estética do tijolo, além de gerar um maior desgaste dos equipamentos, elevando o custo de produção, o que resultaria em uma produção não sustentável do ponto de vista financeiro.

Para Bruxel (2011), a incorporação do resíduo na massa da cerâmica vermelha representa um destino final ambientalmente correto e que contribui para a inertização de elementos potencialmente tóxicos. Além disso, ainda observa que este procedimento pode gerar retornos financeiros tanto para a empresa beneficiadora de gemas, a qual reduz o seu gasto para tratá-lo e dar o destino correto, como para a empresa produtora de cerâmica, a qual necessita comprar uma quantidade inferior de argila utilizada no processo de produção da cerâmica.

Assim, para garantir a continuidade da atividade em um contexto ambientalmente correto e sustentável, entende-se que as empresas beneficiadoras de gemas precisam encontrar mecanismos para tornar a sua produção mais eficiente, além de buscar a minimização ou reciclagem dos resíduos gerados. O uso de tecnologias limpas pode trazer benefícios ambientais, econômicos e sociais para as

empresas do segmento e para a sociedade de forma em geral.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERGS pelo apoio ao projeto por meio do edital FAPERGS n. 013/2011 Pesquisador na Empresa, Processo SPI nº 000460-2551/12-1, e à empresa Caye Pedras Brasil, do município de Teutônia pela possibilidade de realizar o trabalho em suas dependências, além de fornecer informações valiosas sobre o beneficiamento de gemas e joias.

### Referências

BATISTI, Vanessa de Souza; TATSCH, Ana Lúcia. O APL gaúcho de gemas e joias: infraestrutura produtiva, educacional e institucional. IN: ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 5., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Disponível em: <[www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/5/63.doc](http://www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/5/63.doc)>. Acesso em: 30 ago. 2012.

BRUXEL, Fernando Roberto. **A problemática dos resíduos provenientes do setor de gemas: avaliação da incorporação do lodo de gemas na massa cerâmica**. 2011. 64f. Dissertação (Mestrado em ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário Univates, Lajeado, jun. 2011. Disponível em: <http://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/220/1/FernandoBruxel.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2013.

BRUXEL, F.R; OLIVEIRA, E. C.; STULP, S.; MULLER, C. S.; ETCHEPARE, H. D. Estudo da adição de resíduo (lodo) de gemas na massa cerâmica vermelha. **Cerâmica**. São Paulo, vol.58, nº346, Abr./Jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v58n346/v58n346a11.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2013.

CECHIN, Iziqiel. **Descontaminação de resíduo contaminado com diesel com aplicação de soilwashing modificado**. 2011. 84f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 07 dez. 2011. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2011-2/Iziqiel%20Cecchin.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2013.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL). **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003.

DOMINGUES, Rosely Mana & PAULINO, Sônia Regina. Potencial para a implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. **Gestão e Produção**. São Carlos, v.16, n.4, Out./Dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n4/a16v16n4.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.

EIDELWEIN, Mateus. **Proposição de redução de resíduos de óleo diesel em lodo de indústria de gemas e joias**. Monografia (graduação) – Curso de Química Industrial, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2012.

FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO. Disponível em: <http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/df3e998043a79983b63abfecc2d0136c/fispq-oleodiesel-maritimo.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 12/11/12.

FOLLE, Daiane, et. al. Cenário do licenciamento ambiental das indústrias extratoras de pedras preciosas do Alto da Serra do Botucaraí. In: HARTMANN, Léo Afraneo & SILVA, Juliano Tonezer da (orgs.). **Tecnologias para o Setor de Gemas, Joias e Mineração**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS (IBGM). **Políticas e Ações para a Cadeia Produtiva de Gemas e Joias**. Brasília, Brisa, 2005. Disponível em: <[http://www.ibgm.com.br/admin/\\_upload/biblioteca/documento/131-politicaseacoesparaacadeiaprodutivadegemasejoias.pdf](http://www.ibgm.com.br/admin/_upload/biblioteca/documento/131-politicaseacoesparaacadeiaprodutivadegemasejoias.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2012.



\_\_\_\_\_. **O setor em grandes números – 2010**. Disponível em: <<http://www.ibgm.com.br>>, Acesso em: 30 ago. 2012.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SEIFFERT, Mari Elisabete Bernardini. **Sistemas de Gestão Ambiental (SGA-ISO 14001)**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2011.

THOMÉ, Antônio; CECCHIN, Iziqiel; FREITAS, Mateus da Silva. Descontaminação de Resíduo Contaminado com Diesel com aplicação de *Soil Washing* Modificado. IN: **Mostra de resultados de pesquisas aplicadas ao arranjo produtivo de gemas e joias do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2012.

WANG, Yifeng; MERINO, Enrique. Self-organizational origin of agates: Banding, fiber twisting, composition, and dynamic crystallization model. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Bloomington, v. 54, p. 1627-1638, 1990. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016703790903963>. Acesso em: 05 jan. 2013.