



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE ARAXÁ**

IZABELE DE OLIVEIRA CHAVES

**BENEFICIAMENTO DE GEMAS DE QUARTZO NA
REGIÃO DE INIMUTABA, MINAS GERAIS**

ARAXÁ/MG

2017

IZABELE DE OLIVEIRA CHAVES

**BENEFICIAMENTO DE GEMAS DE QUARTZO NA REGIÃO DE
INIMUTABA, MINAS GERAIS**

Projeto de trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Minas, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Francisco de Castro Valente Neto

Coorientador: Prof. Me. Marcélio Prado Fontes

ARAXÁ

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

Izabele de Oliveira Chaves

BENEFICIAMENTO DE GEMAS DE QUARTZO NA REGIÃO DE INIMUTABA, MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Minas do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Araxá, 08 de junho de 2017.



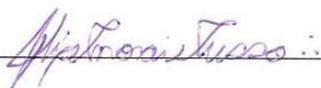
Presidente e Orientador: Prof. Francisco de Castro Valente Neto

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular: Prof. Dr. Hildor José Seer

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular: Prof. Dr. Felipe Moraes Russo

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus por toda força e suporte que me deu durante essa longa jornada.

Agradeço aos meus familiares pelo apoio e incentivo nessa caminhada. Em especial aos meus pais que são meu alicerce e hoje eu devo meu título a eles.

Ao meu orientador e ao meu coorientador por todos os conselhos e correções percorridos ao longo deste trabalho.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado me apoiando nas horas mais difíceis e comemorando nas melhores horas. Foram vocês que me fizeram seguir em frente.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram nessa trajetória e transformaram meu sonho em realidade.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança
brincando a beira-mar, divertindo-me em descobrir
uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita
que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade
continua misterioso diante dos meus olhos.”

(Isaac Newton)

RESUMO

O garimpo pode ser definido como um tipo de exploração, mineração ou extração, que parte do trabalho individual utilizando instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis e é de grande relevância, já que é uma atividade amplamente realizada no Brasil. A lapidação é um processo no qual a pedra bruta é facetada para obter padrões de simetria e ângulo das facetas, buscando o melhor grau de refração e reflexão da luz. Considerando a importância que o trabalho de garimpo e lapidação tem para a região central do Estado de Minas Gerais, especificamente a cidade de Inimutaba, gerando renda e emprego para o município, o presente estudo tem por finalidade ampliar o conhecimento técnico acerca de tais aspectos. Confrontaremos a teoria descrita sobre a lapidação - que pondera que as etapas de corte, esboço, facetamento e polimento devem ser desempenhadas - com a prática observada em campo. Para a elaboração do trabalho, foram realizadas visitas de campo a 2 empresas de lapidação da cidade, a fim de se coletar dados importantes para o estudo. Os resultados já eram expectáveis, pois quando a prática é regida sem técnica, alguns pontos podem divergir da teoria prevista em literatura. Ao final do trabalho, foram sugeridas algumas otimizações com o propósito de melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores além de aumentar a produtividade do processo.

Palavras-chave: Lapidação. Garimpo. Gemas. Inimutaba.

Abstract

The minning can be define as a kind of exploration, mining or extraction, which the main work force is individual using primitive tools or simple and portable machines, and is of great relevance, since it is an activity widely performed in Brazil. Lapidation is a process in which rough stone is faceted to obtain symmetry and angle patterns of the facets, seeking the best degree of refraction and reflection of light. Considering the importance of minning and lapidation work for the central region of the State of Minas Gerais, specifically the city of Inimutaba, generating income and employment for the municipality, the purpose of this study is to increase the technical knowledge about these aspects. Confronting the theory described about lapidation - which ponders that the steps of cutting, sketching, facing and polishing must be performed - with the observed field practice. For the elaboration of the work, field visits were made to 2 companies of lapidation of the city, in order to collect important data for the study. The results were already expected, because when practice is governed without technique, some points may diverge from the theory predicted in the literature. At the end of the work, some optimizations were suggested with the purpose of improving workers' quality of life, besides increasing the productivity of the process.

Key-words: Minning. Lapidation. Gem. Inimutaba.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cristal de rocha (105 x 120mm), Corinto, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.....	12
Figura 2: Quartzo citrino sobre feldspato e muscovita (110 x 125mm), Galileia, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.....	13
Figura 3: Quartzo enfumaçado (70 x 63mm), Teófilo Otoni, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.	14
Figura 4: Quartzo rosa sobre quartzo enfumaçado (41 x 45mm), Lavra Berilo Branco, Sapucaia do Norte, Galileia, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.	15
Figura 5: Oficina de corte e polimento (lapidação) para confecção de capelas a partir de geodos de ametista, da empresa Legep Mineração, em Ametista do Sul, Rio Grande do Sul. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.....	16
Figura 6: Quartzo com inclusão de dendritos de óxido de manganês (aproximadamente 100 x 100mm), amostra exposta num dos estandes da Feira Internacional de Pedras Preciosas de Teófilo Otoni, Minas Gerais em 2008. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014. 17	
Figura 7: Quartzo enfumaçado com inclusão de estrelas de rutilo de crescimento epitaxial sobre hematita (61 x 28mm), Novo Horizonte, Bahia. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.....	18
Figura 8: Fragmento de geodo de calcedônia estalactítica recoberta por pequenos cristais de ametista e associados a calcita (260 x 350mm), Iraí, Rio Grande do Sul. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.	19
Figura 9: Inspeção de gemas. Cristais prismáticos de quartzo hialino e um fragmento tabular de quartzo rosa. Fonte: Porcinas.....	24
Figura 10: Exemplo de máquina de corte. Fonte: Porcinas.....	25
Figura 11: Exemplo de máquina de rebolo diamantado. Fonte: Porcinas.	26
Figura 12: Exemplo de máquina de Polimento. Fonte: Porcinas.	27
Figura 13: Recorte simplificado do Mapa Geológico do Projeto RADAR MG, escala original 1:500.000. Fonte: CPRM	28
Figura 14: Veio de quartzo hialino encontrado na porção leste da Folha Curvelo 1:100.000. BR-259. A maior dimensão do corpo (visível em foto) alinha-se aproximadamente na direção N-S. UTM N:7940062 / UTM E: 603341. Fonte: CPRM30	
Figura 15: – Cata de extração de quartzo (esquerda) e exploração de veio de quartzo (direita) na Folha Curvelo 1:100.000. UTM N:7953585 / UTM E: 571079 (esquerda). UTM N:7940325 / UTM E: 564957 (direita). Fonte: CPRM.....	30
Figura 16: Área de extração de quartzo hialino, encontrado na porção nordeste da Folha Curvelo 1:100.000. Observam-se cascalheiras ao fundo. UTM N:7939370 / UTM E: 576603. Fonte: CPRM.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 QUARTZO.....	11
2.2 GARIMPO.....	20
2.3 LAPIDAÇÃO.....	23
3 METODOLOGIA	27
4 ANÁLISE DE DADOS.....	31
4.1 QUESTIONÁRIO PARA LAPIDAÇÃO.....	32
4.2 SUGESTÕES PARA OTIMIZAÇÃO.....	33
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade caracterizar a operação de lapidação em Inimutaba, na Região Central de Minas Gerais. As principais atividades que movem a cidade são a tecelagem e a lapidação, sendo esta última o tema deste trabalho.

O quartzo tem diversas aplicabilidades, além de servir como gemas de decoração pode ser utilizado na indústria de fibras ópticas, indústria cerâmica, de vidros, de abrasivos, em indústrias metalúrgicas, automobilísticas, de construção civil, entre outras inúmeras aplicabilidades.

A mineração tem suma importância no avanço da tecnologia e na economia do país, pois além de gerar matéria prima para a expansão da infraestrutura brasileira, gera também mão de obra. A lavra garimpeira e a lapidação, por serem processos rudimentares, necessitam de muita mão de obra, sendo essa de pouca especialização. Sendo assim, alavancando a geração de empregos na área contemplada.

O estudo visa ampliar o conhecimento sobre lavra garimpeira e lapidação na cidade de Inimutaba, que, até o presente momento ainda não foram estudados. A operação de lapidação, sendo um processo de beneficiamento de gemas, ainda não é muito conhecida na região contemplada.

O objetivo da pesquisa é conhecer mais sobre o assunto, disseminar informações e pretende aplicar técnicas aprendidas durante o curso de Engenharia de Minas para melhorar as condições de trabalho do local estudado, além de comparar a teoria da lapidação com o que realmente ocorre na prática.

O método escolhido para desenvolver a pesquisa foi a visita de campo que visa compreender a problemática do processo.

O trabalho conta com uma revisão bibliográfica onde serão expostos os temas principais do trabalho: o quartzo, o garimpo e a lapidação. Além disso, descreverá a metodologia utilizada durante o trabalho e por fim apresentará os resultados encontrados e as discussões pertinentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Quartzo

Quando a sílica (SiO_2) é exposta a diferentes graus de temperatura e pressão, o resultado são distintas substâncias polimórficas. Existem duas modalidades de quartzo, o quartzo-alfa, que se forma em temperaturas abaixo de $573\text{ }^\circ\text{C}$, e o quartzo-beta, que se forma em temperaturas mais altas.

Devido às inúmeras propriedades do quartzo, como piezoelectricidade e transparência, este mineral tem sido matéria prima de diversos segmentos importantes da economia brasileira, como nas indústrias de alta tecnologia (cerâmica, fibras ópticas, na produção de ferro silício, tintas, etc.), além de ser produto de exportação.

Além destas utilidades, o quartzo pode ser lapidado e usado na forma de gemas. Para tal finalidade, é necessário que o quartzo bruto apresente uma geometria que permita seu beneficiamento. Ele pode ser encontrado em agregados de cristais geminados, como é o caso dos geodos e drusas, ou também encontrado individualmente, neste caso eles apresentam hábitos prismáticos curtos ou compridos, geralmente terminados em romboedros.

De acordo com Cornejo e Bartorelli (2014, p. 621):

O quartzo ocorre em depósitos pegmatíticos e hidrotermais, em basaltos amigdaloides e em depósitos aluviais e eluviais. A produção brasileira, que abarca um número extraordinário de variedades, é uma das maiores do mundo. O Brasil possui as maiores reservas mundiais de quartzo e é, também, o maior exportador.

O quartzo ganha cor de acordo com a suas impurezas ou inclusões de outros minerais e é essa cor que distingue as variedades deste mineral. As principais variedades são: cristal de rocha, citrino, quartzo enfumaçado, quartzo rosa, ametistas, quartzo com inclusões, quartzo rutilado, calcedônia, ágata, jaspe e opala.

2.1.1 CRISTAL DE ROCHA

Denomina-se cristal de rocha (figura 1) o quartzo incolor e hialino, geralmente bem cristalizado, que se apresenta isolado ou em drusas. De antiquíssima utilização para confecção de pontas de flecha, artefatos líticos e objetos de ornamentação, seu nome teve origem na palavra grega *krýstallos* ou “gelo”, já que os antigos pensavam que era composto de gelo petrificado, pois viam semelhança entre esse mineral incolor e frio, achado nas montanhas, e o gelo, frequente nos mesmos locais. Quanto ao desenvolvimento, entre outras denominações para o cristal de rocha, podemos mencionar o quartzo tabular ou achatado, cristal isolado ou grupo extremamente plano de cristais unidos pela base. Devido às variações nas condições de cristalização, temperatura e pressão, o cristal de rocha pode desenvolver-se em configurações irregulares, fusiformes, em “bico de flauta”, “laser”, etc. Entre as denominações

relativas ao quartzo incolor, distinguem-se ainda próprias do linguajar garimpeiro, tais como “ovo de ema”, “ovo de pomba” e “pingo d’água”, de acordo com o tamanho, respectivamente, que não são outra coisa senão quartzo hialino rolado naturalmente. (CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 624-625)



Figura 1: Cristal de rocha (105 x 120mm), Corinto, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.2. CITRINO

Seu nome provem do latim *citrus* ou “limão” por causa da cor (figura 2). De ocorrência rara em cristais prismáticos transparentes a translúcidos, quando natural, a sua cor é amarelo pálido a escuro devido à presença de ferro, mas a maioria dos exemplares vendidos como citrino são, na realidade, ametistas aquecidas ou quartzos submetidos a irradiação gama, que apresentam coloração amarela, amarelo-acastanhado, alaranjada ou marro avermelhada, sob a denominação comercial de “topázio Bahia” ou “topázio Rio Grande”. (CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 630)



Figura 2: Quartzo citrino sobre feldspato e muscovita (110 x 125mm), Galileia, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.3. QUARTZO ENFUMAÇADO

Denomina-se fumê ou enfumaçado (figura 3) o quartzo de cor cinzento-escura a quase preta ou marrom-clara a escura, originado pela exposição à radioatividade natural, que ocorre em cristais transparentes a quase opacos, apresentando variedades tais como o quartzo “jacaré”, denominação dada pelos mineradores da região Nordeste a um agregado de cristais achatados com textura de “placas” ou em formato de “catedral”, quando num agrupamento de cristais paralelos. Outra variedade, o quartzo *morion*, apresenta-se em cristais prismáticos de cor marrom muito escura (sendo os mais apreciados com um tom marrom-avermelhado) ou quase pretos.(CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 633)

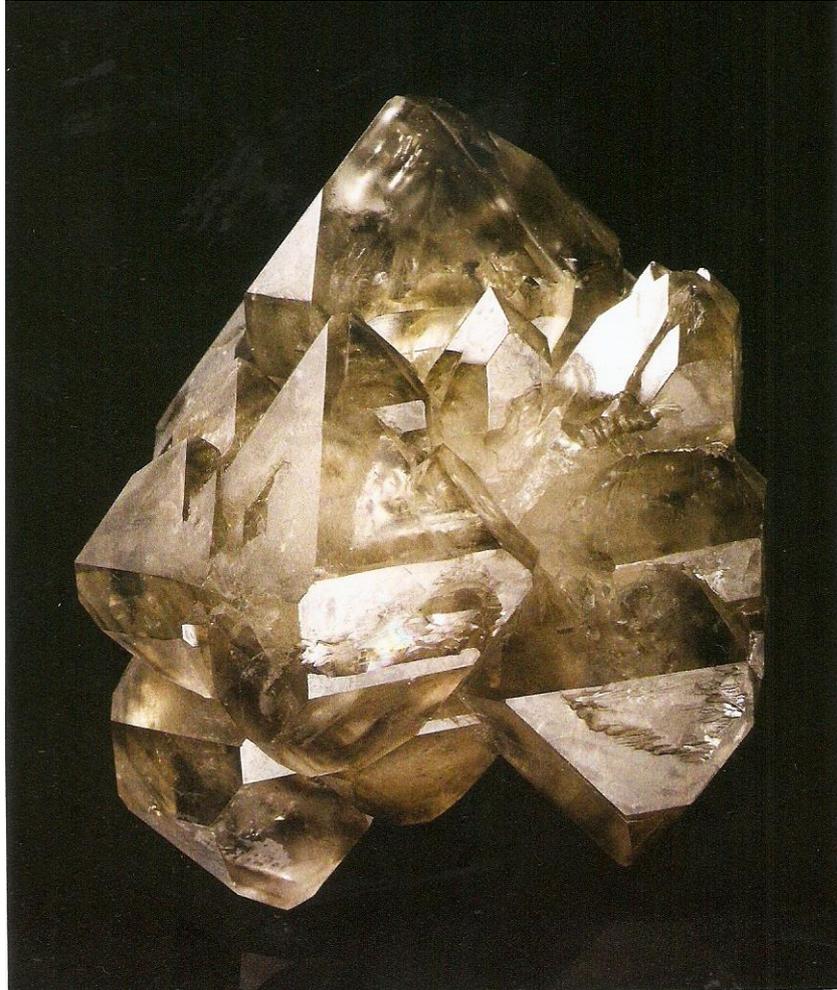


Figura 3: Quartzo enfumaçado (70 x 63mm), Teófilo Otoni, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.4. QUARTZO ROSA

De cor rosa pálida a escura, ocasionalmente com nuances púrpura, o quartzo rosa (figura 4) ocorre no Brasil em raríssimos cristais facetados, numa ocorrência típica dos pegmatitos próximos a Itinga e Galileia, em Minas Gerais, chamada pelos garimpeiros de “canga rosa”.(CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 636)



Figura 4: Quartzo rosa sobre quartzo enfumaçado (41 x 45mm), Lavra Berilo Branco, Sapucaia do Norte, Galileia, Minas Gerais. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.5. AMETISTAS

A ametista (figura 5) apresenta-se em vários tons das cores purpura ou violeta, por causa da presença de ferro, e, quando gema, é a variedade mais valiosa do quartzo. Seu nome deriva da palavra *améthystos*, que, literalmente significa “não bêbado”, devido ao suposto poder que teria, segundo os antigos, de evitar a embriaguez pelo vinho, quando bebido num cálice desse mineral. No País, a ametista ocorre em cristais isolados, de origem hidrotermal, em diversas localidades. Porém, a ocorrência mais comum de ametista é em geodos ou em cavidades preenchidas no interior de derrames basálticos no Rio Grande do Sul, numa associação peculiar de cristais curtos, agrupados em drusas, em que, como os prismas quase não se desenvolvem, há predominância das pontas. Os geodos costumam apresentar a parte externa coberta por uma camada de celadonita verde azulada, seguida por uma sequência de mineralização silicosa de calcedônia maciça, por vezes ágata, e massas de quartzo mal cristalizado, incolor e esbranquiçado, denominado “sal” pelos garimpeiros, que servem de base a ametista. O beneficiamento da ametista bruta consiste no corte e polimento dos geodos para a obtenção de “capelas” recheadas de cristais, as quais, pela sua beleza inusitada e cor violeta intensa, tem ampla aceitação no mercado internacional. Atualmente, o Brasil é o

maior produtor mundial de ametista, sendo que as principais jazidas se localizam na região do Alto Uruguai, no Rio Grande do Sul, com mais de 370 áreas de garimpo. (CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 641-649)



Figura 5: Oficina de corte e polimento (lapidação) para confecção de capelas a partir de geodos de ametista, da empresa Legep Mineração, em Ametista do Sul, Rio Grande do Sul. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.6. QUARTZO COM INCLUSÕES

As inclusões fluidas (substâncias líquidas ou gasosas) e sólidas (cristais microscópicos) que se acham esparsas no interior dos cristais de quartzo, caracterizam variedades como o “quartzo-hídrico”, que contém inclusões fluidas na forma de bolhas ao longo de fissuras e cavidades. As inclusões (figura 6) podem dar origem a fenômenos ópticos, como acontece com o quartzo rosa astérico ou “estrelado”, que deve aquele efeito à inclusão de microscópicas agulhas de rutilo. As inclusões podem também determinar a cor característica de algumas variedades de quartzo. O quartzo leitoso apresenta a cor branca leitosa acinzentada devido a inclusões fluidas. O quartzo hematoide se apresenta em belas drusas com cristais quase sempre opacos de cor vermelho sangue, devido a inclusões de ferro. O quartzo dito “ferruginoso” deve a cor vermelha ou marrom à presença de inclusões de óxidos ou hidróxidos de ferro na rede cristalina ou na forma de uma finíssima película que recobre a parte externa do cristal. O quartzo “rubiginoso” apresenta inclusão de ferro que não chega a interferir na sua transparência e outorga ao cristal uma bela coloração vermelha ou avermelhada. Outra variedade é o raro quartzo chamado “champanha” ou “tangerina” de bela cor

alaranjado-clara, devido ao mesmo tipo de inclusão. O quartzo verde deve a cor a inclusões de mica fuchsita e o quartzo azul, as inclusões aciculares de turmalina, que se apresentam em camadas ou feixes de cor azul pálida ou azul-acinzentada. Certas inclusões visíveis a olho nu dão origem a apreciadas variedades, tais como o quartzo “cloritoso” ou com inclusões verdes de cloritas na forma de “musgos” ou camadas. O quartzo dendritico deve o nome a inclusão de formações parecidas com arborescências ou ramificações vegetais de óxido de manganês. (CORNEJO BARTORELLI, 2014, p. 653-655)



Figura 6: Quartzo com inclusão de dendritos de óxido de manganês (aproximadamente 100 x 100mm), amostra exposta num dos estandes da Feira Internacional de Pedras Preciosas de Teófilo Otoni, Minas Gerais em 2008. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.7. QUARTZO RUTILADO

Denomina-se quartzo rutilado (figura 7) um quartzo hialino ou enfumaçado que contem finos cristais aciculares de rutilo em forma de feixes ou irradiações de cor dourada, prateada, vermelha ou preta, sendo famosa e apreciadíssima inclusão de uma estrela de rutilo dourada de seis pontas num crescimento epitaxial a partir de um cristal de hematita. Dependendo da disposição do rutilo, é chamada “cabelo de Vênus” a inclusão de finíssimas agulhas douradas semelhantes aos cabelos loiros. “Sagenita” ou “setas do amor” é como convencionou-se chamar a inclusão que se apresenta em leques ou feixes de agulhas vermelhas ou prateadas, como as que ocorrem em Diamantina, Minas Gerais, e na Serra dos Cristais, em Goiás.(CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 656)

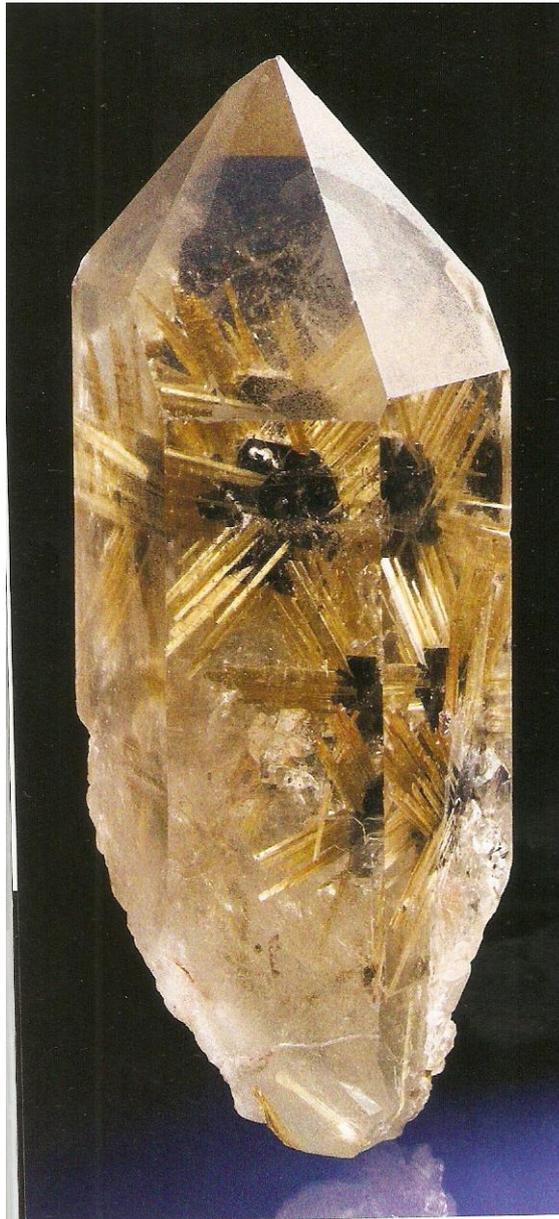


Figura 7: Quartzo enfumaçado com inclusão de estrelas de rutilo de crescimento epitaxial sobre hematita (61 x 28mm), Novo Horizonte, Bahia. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.1.8. CALCEDÔNIA

Genericamente, designa-se calcedônia (figura 8) o grupo de variedades do quartzo que tem origem numa massa gelatinosa de sílica, a qual conforma microscópicos agregados esféricos ou fibrosos que se apresentam em concreções dos mais variados formatos. As condições de cristalização, não sendo sempre favoráveis, geram esse tipo de quartzo de estrutura microcristalina (amorfa na aparência, mas que, examinada ao microscópio, mostra ser constituída por aglomerados de microcristais) ou criptocristalina (de textura cristalina tão fina que é impossível distinguir-lhes os componentes, mesmo com o auxílio do microscópio comum). Enquadram-se nesse grupo a calcedônia, o jaspe, e o opala (esta última tipicamente coloidal), formas

minerais de sílica que podem intercrescer ou serem transições umas das outras.
(CORNEJO E BARTORELLI, 2014, p. 661)



Figura 8: Fragmento de geodo de calcedônia estalactítica recoberta por pequenos cristais de ametista e associados a calcita (260 x 350mm), Iraí, Rio Grande do Sul. Fonte: Cornejo e Bartorelli, 2014.

2.2 GARIMPO

2.2.1 GARIMPO DE GEMAS

De acordo com o Art. 70. do Decreto-lei nº 318, de 1967, “garimpagem, o trabalho individual de quem utilize instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis, na extração de pedras preciosas, semipreciosas e minerais metálicos ou não metálicos, valiosos, em depósitos de eluvião ou aluvião, nos álveos de cursos d’água ou nas margens reservadas, bem como nos depósitos secundários ou chapadas (grupiaras), vertentes e altos de morros; depósitos esses genericamente denominados garimpos”.

Segundo o Art. 71 do mesmo decreto acima citado, “Ao trabalhador que extrai substâncias minerais úteis, por processo rudimentar e individual de mineração, garimpagem, faiscação ou cata, denomina-se genericamente, garimpeiro.”.

Já o Art. 10. Da lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, considera garimpagem “a atividade de aproveitamento de substâncias minerais garimpáveis, executadas no interior de áreas estabelecidas para este fim, exercidas por brasileiro, cooperativa de garimpeiros, autorizada a funcionar como empresa de mineração, sob o regime de permissão de lavra garimpeira.”

No inciso 1º do deste artigo é dito que “são considerados minerais garimpáveis o ouro, o diamante, a cassiterita, a columbita, a tantalita e wolframita, nas formas aluvionar, eluvionar e coluvial; a sheelita, as demais gemas, o rutilo, o quartzo, o berilo, a muscovita, o espodumênio, a lepidolita, o feldspato, a mica e outros, em tipos de ocorrência que vierem a ser indicados, a critério do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.”

E o inciso 2º define que “o local em que ocorre a extração de minerais garimpáveis, na forma deste artigo, será genericamente denominado garimpo.”

Segundo Miranda et al. (1997 apud PEIXOTO; LIMA, 2004, p. 2), a atividade garimpeira é uma forma muito antiga de extração mineral. Provavelmente remonta ao século XV através do avanço dos europeus sobre terras desconhecidas como aconteceu

no continente americano. Essa atividade pode ser considerada uma modalidade marginal à mineração, encarada pela sociedade como símbolo de desorganização, violência, insegurança, insalubridade, problemas sociais, degradação ambiental e a total falta de técnica para a exploração dos bens minerais. Os garimpos trazem sérios danos ao meio ambiente (IBRAM, 1992 apud PEIXOTO; LIMA, 2004, p. 3).

O garimpo se inicia com a delimitação da área a ser garimpada. Após, se necessário, ser decapeada, cava-se a área com pás, picaretas ou enxadões até a profundidade necessária para encontrar o corpo mineralizado. Assim que encontrado, cata-se manualmente as gemas com maior valor agregado, desprezando as demais. Por este motivo a atividade garimpeira é conhecida por ser uma atividade de cata, na qual os trabalhadores mais valorizados são aqueles que apenas no olhar conseguem identificar as gemas valiosas.

Matos (2004 p. 44) afirma que:

a atividade extrativa é realizada principalmente por garimpeiros autônomos, de forma desorganizada e sem domínio de técnicas adequadas para a detecção de ocorrências ou para a determinação da possibilidade de aproveitamento, na indústria de lapidação, das pedras extraídas. Comumente a exploração é voltada somente para a gema de maior valor, descartando-se as demais. Além disto, são deixados como rejeitos diversos minerais de importante uso industrial, associados às gemas, tais como: feldspato, quartzo, etc. O garimpeiro é imprescindível para o setor, uma vez que a busca de gemas se caracteriza como um “jogo de sorte”. A contratação de geólogos e/ou engenheiros de mina para a realização de pesquisas estruturadas é muito cara e conduz aos mesmos resultados que os garimpeiros obteriam com sua busca difusa e sem planejamento. Mesmo determinada uma ocorrência, o empresário necessita de informações quanto ao volume e qualidade do mineral, a fim de poder determinar a viabilidade econômica de sua exploração. Dada a indisposição do empresariado de investir na fase de pesquisa e considerando a ausência de técnicas consagradas para tal processo, a presença do garimpeiro se torna essencial na identificação de possíveis ocorrências e na sua exploração.

2.2.2 GARIMPO DE GEMAS DE QUARTZO

Segundo Luz & Lins (2008 p.694):

a exploração do quartzo natural no Brasil ocorre manualmente, sobretudo em lavras a céu aberto. As lavras subterrâneas, em quantidade muito menor, ocorrem na forma de poços ou túneis. Em torno de um afloramento, são iniciadas escavações utilizando pás e picaretas ou, quando muito, carregadeiras frontais de pequeno porte. A exploração dos veios hidrotermais ocorre verticalmente. Uma vez encontrado, a massa de quartzo, constituída por regiões

leitosas e hialinas, é removida pela ação mecânica de marretas, martelos e punções, e em algumas ocasiões, explosivos. Geralmente, a quantidade de quartzo hialino não ultrapassa 1% do total do quartzo explotado (Stoiberet al., 1945; Marko et al., 2006 apud LUZ;LINS 2008 p. 694). Os blocos resultantes são fragmentados manualmente dando origem a blocos menores (lascas) com o objetivo de separar os fragmentos em função de sua transparência visual. Se remanescentes das operações de fragmentação, os blocos euédricos hialinos são removidos das cavidades e inspecionados visualmente. As frentes de lavra podem chegar até centenas de metros de comprimento e dezenas de metros de profundidade.

Como as ocorrências de veios de quartzo não são concentradas, há uma dificuldade na determinação de possíveis jazidas, o que quase impossibilita o trabalho sistematizado para tais minerais. Por esse motivo o grau de mecanização empregado no garimpo de quartzo é baixo, sendo o trabalho em sua grande parte realizado por ferramentas manuais, o que não exige uma mão de obra tão qualificada, que por outro lado cria emprego para as classes mais baixas da sociedade.

Neste tipo de empreendimento, pode-se encontrar uma única pessoa que garimpa o mineral, lapida e vende, sendo o garimpeiro responsável por toda a cadeia de produção.

Por outro lado, um problema encontrado neste tipo produção mineral seriam os “atravessadores”, que nada mais são pessoas que compram as gemas assim que retiradas do garimpo, deste modo pagam um valor abaixo do comercial e vendem para lapidações por um valor mais elevado. Assim o garimpeiro tem o seu trabalho desvalorizado, pois recebe um valor abaixo do comercial de sua gema.

2.3 LAPIDAÇÃO

Segundo Matos (2004 p. 31) o tipo de beneficiamento aplicado às pedras preciosas depende do segmento no qual serão aproveitadas. As pedras preciosas de melhor qualidade geralmente se destinam à indústria de lapidação e posteriormente a joalheria. Pedras de qualidade inferior (apresentando “defeitos”, como inclusões, má formação cristalográfica, etc.) podem, por um lado, ser aproveitadas no setor de artesanato mineral ou de bijuteria ou, por outro lado, serem utilizadas para diversas aplicações industriais, tais como química, cerâmica, vidro, corretivo de solo, construção civil e ornamentação. A lapidação de uma gema é um processo no qual a pedra bruta é facetada, obedecendo a padrões estabelecidos quanto à simetria e ao ângulo das diferentes facetas, buscando o melhor grau de refração e reflexão da luz (GEA, 1995 apud Matos 2004 p. 31). Não existe tamanho ou forma de lapidação padronizada para todas as gemas, embora para cada tipo de gema, por convenção ou por causa da estrutura cristalográfica, existam padrões de lapidação. De forma geral esta pode ser calibrada ou solta. No primeiro caso o processo é mecanizado e utilizam-se pedras pequenas de menor valor para a produção em larga escala. No segundo caso, trata-se de um processo basicamente artesanal no qual se busca retirar o maior proveito das pedras, comumente de maior valor. A lapidação de uma gema é precedida de alguns estudos minuciosos que proporcionarão um melhor aproveitamento da gema na lapidação, buscando determinar as propriedades físicas, como a clivagem, dureza, etc. e óticas, como o pleocroísmo, índice de refração e birrefringência que possibilitam um melhor posicionamento da mesa (maior faceta da pedra lapidada) e da abertura ótica dos ângulos das facetas (Oliveira, 1988 apud Matos 2004 p. 32). Outros estudos, como o de inclusões não removíveis e de irregularidades na distribuição da cor da pedra, contribuem para que se obtenha o melhor resultado da lapidação.

Após a chegada do material à empresa de lapidação, é feita uma inspeção das gemas (Figura 9), a fim de se detectar possíveis fraturas que possam prejudicar o produto final. Posteriormente a esta inspeção, as peças são direcionadas ao beneficiamento.



Figura 9: Inspeção de gemas. Cristais prismáticos de quartzo hialino e um fragmento tabular de quartzo rosa.
Fonte: Porcinas.

A técnica para produção de pedras se resume em talhar a pedra bruta visando ressaltar sua cor e brilho natural. Nessa operação de beneficiamento não é adicionada mistura alguma ou produto auxiliar que possa atuar como fator para modificar as características químicas da matéria-prima. O desbaste, o facetamento e o polimento da pedra se processam por atrito contra superfícies contendo abrasivos tais como: pó de diamante, esmeril, Trípoli ou outros.(Laboratório de Gemologia - LABGEM, 2014)

O processo de Lapidação é fracionado em 4 etapas que serão detalhadas a seguir:

1ª Etapa: A primeira etapa do processo de lapidação é denominada corte (Figura 10), processo no qual a gema é serrada de modo a eliminar porções que não agreguem valor a gema ou para desmembrar uma gema de grandes proporções em um conjunto de gemas de menor tamanho e maior número, deste modo é possível agregar um valor maior ao seu produto. Por conseguinte é realizado o dimensionamento, essa é uma etapa crucial no processo de lapidação já que é neste momento que ocorre a determinação das dimensões da gema.



Figura 10: Exemplo de máquina de corte. Fonte: Porcinas.

2ª Etapa: A etapa seguinte é o esboço. Para tal operação é utilizado o rebolo, um disco de material abrasivo que tem a função de desbastar superfícies e dar formas geométricas as gemas. Nesta etapa é que se define o formato final da gema, podendo ser prismática, oval ou qualquer outra forma que o lapidário desejar.

Os rebolos podem ser diamantados (Figura 11) ou de abrasivos como carbureto de silício, esmeril, coríndon, quartzo. Os rebolos diamantados são fabricados com diamantes impregnados em metal ou resina. O rebolo pode ser construído com aro impregnado por compressão do diamante no metal, com material de dureza maior que o metal do aro. Devido à dureza do diamante, os rebolos diamantados desbastam todo tipo de gema de uma maneira mais rápida, geram menos calor e liberam partículas somente da gema. Por isso, necessitam de menos refrigeração e lubrificação, além do desgaste do rebolo ser homogêneo. Os rebolos de outros abrasivos, que não o diamante, são constituídos em toda sua extensão pelo abrasivo já que sofrem desgaste com a utilização. O abrasivo mais comumente usado é o esmeril. Este tipo de rebolo é muito utilizado para formar pedras de valor econômico mais baixo, como ametistas, citrinos, granadas etc. (LABGEM, 2014)



Figura 11:Exemplo de máquina de rebolo diamantado. Fonte: Porcinas.

3ª Etapa: Após o esboço, a gema é facetada, isto é, ainda com o rebolo são conferidas faces a gema, de modo que estas maximizem o brilho e a luminosidade da peça.

4ª Etapa: Por final a gema é polida (figura 12). Para que uma gema lapidada mostre suas características ópticas é necessário que suas faces sejam planas e lisas, evitando a difração na superfície externa das faces. Outro aspecto importante a ressaltar no polimento é o acabamento final. O diamante não é notado apenas pela clareza e seu alto brilho. O brilho superior não é devido somente ao seu alto índice de refração. É devido ao polimento superior que pode ser obtido nas facetas. Um bom polimento oferece duas possibilidades: permite a entrada máxima da luz na gema, e a quantidade máxima que a vista alcança, resultando num brilho pronunciado. Um polimento imperfeito deixa pequenas ranhuras e superfícies rugosas causadas pelo disco de polimento. As superfícies irregulares dispersam luz. A qualidade do polimento não deve nunca ser desprezada pelo lapidário.(LABGEM, 2014).



Figura 12: Exemplo de máquina de Polimento. Fonte: Porcinas.

De acordo com LABGEM(2014) Podemos considerar, basicamente, que a lapidação tem por objetivo, três importantes aspectos:

- 1- Melhorar e realçar as características de beleza da gema;
- 2- Revelar uma propriedade não visível na gema bruta.
- 3- Adequar a forma e o tamanho da gema a determinados modelos de Joias.

Portanto, para se lapidar uma gema o lapidário irá modificar os seus aspectos geométricos de modo a realçar e revelar as suas características de beleza e adequar a forma e o tamanho a determinados modelos de joias. (Ferreira 1994 apud LABGEM2014).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização desse trabalho consistiu em visitas a lapidações, levantamento de bibliografia técnica e histórica, depoimentos de pessoas ligadas direta ou indiretamente ao garimpo e à lapidação.

O presente trabalho foi baseado em visitas à 2 lapidações na cidade de Inimutaba, localizada no centro do estado de Minas Gerais, afim de vivenciar o

processo de lapidação, passo a passo, para efeito de comparação entre os processos práticos com os teóricos descritos na literatura.

A cidade de Inimutaba pertence a folha Curvelo como pode ser visto na figura 13. De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2012), a Folha Curvelo (SE23-Z-A-V) situa-se na mesoregião central do estado de Minas Gerais, localizada entre as latitudes 18°30'S e 19°00'S e as longitudes 44°00'W e 44°30'W.

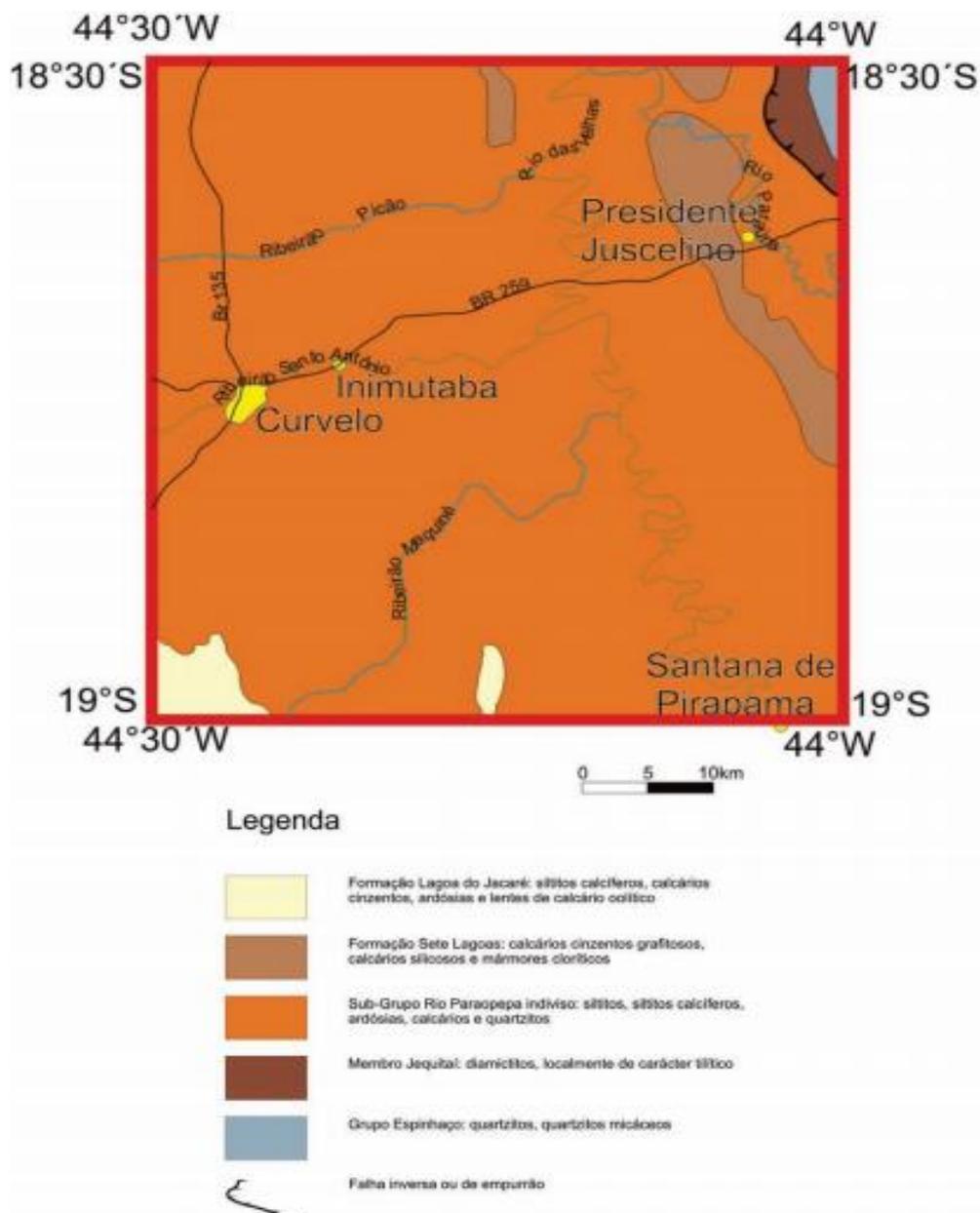


Figura 13: Recorte simplificado do Mapa Geológico do Projeto RADAR MG, escala original 1:500.000. Fonte: CPRM

De acordo com CPRM (2012), na área representada pela Folha Curvelo encontram-se substâncias minerais que incluem quartzo hialino (cristal de rocha), calcário, cascalho, areia e metassiltito foliado (ardósia), sendo os mesmos extraídos atualmente ou apenas compondo parte das ocorrências minerais da região. As atividades exploratórias ocorrem basicamente a partir de pequenas extrações (catas para extração manual de cristal de rocha) que se apresentam predominantemente com status de Garimpo, além de algumas extrações de grande porte como grandes veios de quartzo e uma Mina de calcário nas imediações da cidade de Curvelo. Os processos atuais acompanhados em campo incluem principalmente a exploração de quartzo hialino e a extração de calcário seguida de seu beneficiamento. O quartzo hialino (Figura 14 e Figura 15) é encontrado ao longo de toda a Folha Curvelo, ocorrendo de forma intrusiva como veios em rochas de diferentes naturezas, associados ao sistema regional de fraturas N-S. Este material possui algumas finalidades bem definidas na região.. Assim sendo, cascalheiras de quartzo hialino são feições extremamente comuns na área de estudos, tanto as formadas por ação antrópica (Figura 16) quanto às formadas naturalmente por ação do intemperismo e erosão das rochas encaixantes. O comércio de cristal de rocha nas cidades e localidades contidas na Folha Curvelo ocorre através de vendas locais, sem grande expressão comercial, de pequenas amostras classificadas popularmente como pinha (aglomerado de pequenos cristais de quartzo bem formados) e cristal em ponta encontrada na porção oeste da Folha Curvelo. Historicamente sabe-se que o garimpo de cristal de rocha na região de Inimutaba foi forte durante muitos anos, dando à cidade a classificação de Cidade dos Cristais.



Figura 14: Veio de quartzo hialino encontrado na porção leste da Folha Curvelo 1:100.000. BR-259. A maior dimensão do corpo (visível em foto) alinha-se aproximadamente na direção N-S. UTM N:7940062 / UTM E: 603341. Fonte: CPRM



Figura 15: – Cata de extração de quartzo (esquerda) e exploração de veio de quartzo (direita) na Folha Curvelo 1:100.000. UTM N:7953585 / UTM E: 571079 (esquerda). UTM N:7940325 / UTM E: 564957 (direita). Fonte: CPRM



Figura 16: Área de extração de quartzo hialino, encontrado na porção nordeste da Folha Curvelo 1:100.000. Observam-se cascalheiras ao fundo. UTM N:7939370 / UTM E: 576603. Fonte: CPRM

Um enorme número de pequenas catas para extração manual de quartzo e de areia/cascalho, todas informais, sem registro e sem nenhum controle foram cadastradas pelo Serviço Geológico Brasileiro da CPRM.

4.ANÁLISE DE DADOS

O objetivo principal deste trabalho foi comparar os métodos de lapidação descritos na literatura com os vistos na prática. A partir dessa observação pode-se concluir que o processo prático se assemelha muito ao teórico, com todas as etapas descritas e detalhes condizentes, havendo pontos divergentes. A diferença mais considerável não seria no processo em si, seria na parte legal da lapidação. Notou-se uma grande omissão de informações por parte dos lapidários para evitar o comprometimento de outras partes envolvidas. Isso pode ser constatado no questionário a seguir:

4.1 QUESTIONÁRIO DE LAPIDAÇÃO

1) Qual a origem do material a ser trabalhado?

Empresa A: A empresa informou que seu material, em sua grande maioria, era oriundo da Bahia e do Rio Grande do Sul.

Empresa B: A empresa não respondeu tal questão devido a um problema decorrente na mineração: alguns materiais provem de garimpos ilegais. A região da cidade é muito rica em quartzo hialito, o que faz com que trabalhadores autônomos ganhem sua renda através da extração dos mesmos e sua venda direta para as lapidações. Para não prejudicar seus vendedores de matéria prima, muitas empresas preferem omitir tal aspecto de seu trabalho.

2) O seu produto é feito sobre encomenda ou é para livre comercio?

Empresa A: A empresa respondeu que já possui clientes fixos e que trabalha por encomenda. Ocorre também do próprio cliente fornecer a matéria prima e exigir um produto específico.

Empresa B: Muitos dos seus produtos são direcionados à feiras de exibição de gemas e rochas ornamentais. Outros produtos são vendidos em lojas de artigos de decoração.

3) Como calcular o valor da gema a ser vendida?

Empresa A: Não soube responder.

Empresa B: O valor da gema é diretamente proporcional ao seu tamanho e a sua raridade. Por exemplo, o quartzo hialino com inclusões de clorita, popularmente conhecido como “cristal com lodo, ou cristal verde” tem um valor de mercado bem acima dos outros quartzos.

4) Quanto valor é possível agregar em uma gema com o processo de lapidação?

Empresa A: Trabalha com lotes fechados de gema, dessa maneira não é possível calcular o valor agregado a uma gema após o processo de lapidação.

Empresa B: Por ser um trabalho artesanal e que não conta com planilhas de controles de gastos e lucros, não se tem essa percepção em todas as peças lapidadas. Mas algumas gemas de maior visibilidade podem ser vendidas, após lapidadas, por até 1000% do valor que foi comprada.

Outra divergência encontrada entre os processos práticos e teóricos foi na questão de Segurança Operacional. Foi notada a ausência de EPI's nas empresas, bem como hábitos inseguros praticados pelos trabalhadores.

4.2 SUGESTÕES PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO

Um fato grave foi notório em todas as empresas visitadas: a insalubridade no trabalho. Devido às condições de trabalho insalubre, diversos trabalhadores sofreram ou sofrem com uma doença temida na área da mineração: a silicose. A silicose é uma patologia que atinge os alvéolos pulmonares a partir da inalação de partículas de sílica. Isso ocorre devido a falta de instrução por parte dos trabalhadores que praticam diariamente suas atividades sem o uso adequado de EPI'S. Notou-se em todas as empresas que a maioria dos seus trabalhadores não utilizavam os EPI'S considerados básicos, com plug de ouvido ou abafadores de ruídos, óculos de proteção, e máscaras de face. Nesse sentido, a sugestão seria de implantar um sistema de segurança no trabalho no qual os trabalhadores fossem orientados a preservar sua saúde e zelar pela saúde dos demais. Deveriam ser oferecidos também aos trabalhadores os EPI'S e seu uso deveria ser obrigatório e fiscalizado.

Outro ponto a ser otimizado seria a utilização de um aparato mais moderno, o que geraria maior produtividade. O aparato atualmente utilizado consiste em mesas onde somente um operador trabalha, fazendo com que o seu trabalho seja seccionado até chegar a próxima etapa em outra mesa. Já existem mesas com vários equipamentos no qual o material não precisa ser deslocado de um lugar para outro, de modo a economizar tempo e ganhar em produtividade.

Uma questão adicional seria a implantação de uma cooperativa para os trabalhadores garimpeiros, de modo que estes possam trabalhar na legalidade tendo seus direitos trabalhistas garantidos, e evitando conflitos com donos de terras.

5.CONCLUSÃO

Após o estudo e a análise da forma em que os processos são desenvolvidos na prática, pode-se concluir que lapidação ainda hoje exerce operações arcaicas e artesanais e que a partir de estudos especializados para a otimização do processo, podem haver melhorias significativas.

Por ser uma atividade vetusta, os danos da lapidação ao ser humano são inúmeros, por patologias como silicose, surdez e perda de visão precoce.

Por gerarem muita renda, as empresas de lapidação deveriam ter uma preocupação mais efetiva em melhorias de condições de trabalho, para assim diminuir a insalubridade a qual os trabalhadores são expostos, aumentando assim a produtividade.

Após a comparação entre o processo teórico e o prático, foi possível concluir que, apesar de os trabalhadores da região da cidade de Inimutaba não possuírem um conhecimento específico da área de mineração, a experiência obtida a partir de tentativas e erros fornece *know-how* suficiente para aproximar o seu modo de realização do processo ao descrito na literatura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORNEJO, Carlos, e BARTORELLI, Andrea. *Minerais e Pedras Preciosas do Brasil*. Solaris Edições Culturais, 2014.

CPRM. *GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA CURVELO*. Programa Geologia do Brasil, Belo Horizonte: UNIKA Editora, 2012.

LABGEM. *Curso Gemologia e Lapidação Avançada*. Diamantina, 2014.

LEITE, Rogério C. de Cerqueira, e Outros. *Quartzo: da magia a fibra optica*. Duas Cidades, 1992.

LUZ, Adão Benvindo da, e LINS, Fernando Antonio Freitas. *Rochas & Minerais Industriais*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

MATOS, Marcelo Gerson Pessoa de. “Red APL mineral.” *Red APL mineral*. 2004. <http://redeaplmineral.org.br/biblioteca/estudos-e-pesquisas/POLITICAS%20PUBLICAS%20PARA%20ARRANJOS%20PRODUTIVOS%20LOCAIS%20O%20ARRANJO%20DE%20GEMAS%20DE%20TEOFILO%20OTONI.pdf/view> (acesso em 16 de 09 de 2016).

PEIXOTO, Robson José, e LIMA, Hernani Mota de. “Diagnóstico dos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, Sub-bacia do rio das Velhas, MG.” *Scielo*. Dezembro de 2004. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672004000400006 (acesso em 02 de 09 de 2016).

Porcinas. s.d. <https://porcinas.wordpress.com/tag/lapidacao/> (acesso em 14 de Junho de 2017).

SCHUMANN, Walter. *Gemas do Mundo*. AO LIVRO TÉCNICO S/A, 1982.