

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS – FACE
CENTRO PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO - CEPEAD
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO ESTRATÉGICA - CEGE**

Igor Justino Fernandes

**IMPLEMENTAÇÃO DE LINHAS DE PRODUTOS COM BASE
TECNOLOGICA NUMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS PARA MINERAÇÃO**

Belo Horizonte

2021

IGOR JUSTINO FERNANDES

**IMPLEMENTAÇÃO DE LINHAS DE PRODUTOS COM BASE
TECNOLOGICA NUMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS PARA MINERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Gestão Estratégica (Pós Graduação Lato Sensu) do CEPEAD/CAD/FACE da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Especialista em Gestão Estratégica.

Orientador: Prof. Ricardo Teixeira Veiga.

Belo Horizonte

2021

IGOR JUSTINO FERNANDES

**IMPLEMENTAÇÃO DE LINHAS DE PRODUTOS COM BASE
TECNOLOGICA NUMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS PARA MINERAÇÃO**

Banca examinadora

Examinador 1: Prof. Ricardo Teixeira Veiga – Orientador e Doutor em
Administração

Examinador 2: Prof. João Batista Diniz Leite - Economista e Mestre em
Administração

Aprovado em Belo Horizonte, em 19 de janeiro de 2021

Ficha catalográfica

F363i
2021
Fernandes, Igor Justino.
Implementação de linhas de produtos com base tecnológica
numa empresa de equipamentos para mineração [manuscrito]. / Igor
Justino Fernandes. – 2021.
42 f.: il., gráfs. e tabelas.

Orientador: Ricardo Teixeira Veiga.
Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas
Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração.
Inclui bibliografia (f. 37) e apêndice.

1. Administração. I. Veiga, Ricardo Teixeira. II. Universidade
Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em
Administração. III. Título.

CDD: 658

Elaborado por Adriana Kelly Rodrigues CRB-6/2572
Biblioteca da FACE/UFMG. – AKR/093/2022

ATA DE DEFESA



**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Ciências Econômicas
Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração
Curso de Especialização em Gestão Estratégica**

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO do Senhor **Igor Justino Fernandes**, matrícula n° 2018745446. No dia 05/02/2021 às 16:00 horas, reuniu-se em sala virtual, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, indicada pela Coordenação do Curso de Especialização em Gestão Estratégica - CEGE, para julgar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "IMPLANTAÇÃO DE LINHAS DE PRODUTOS COM BASE TECNOLÓGICA NUMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS PARA MINERAÇÃO", requisito para a obtenção do Título de Especialista. Abrindo a sessão, o orientador e Presidente da Comissão, Professor Ricardo Teixeira Veiga, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares de apresentação do TCC, passou a palavra ao aluno para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, seguido das respostas do aluno. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do aluno e do público, para avaliação do TCC, que foi considerado:

APROVADO

NÃO APROVADO

Nota do trabalho: **90 (NOVENTA)** pontos. (Trabalhos com nota maior ou igual a **60** serão considerados aprovados.)

O resultado final foi comunicado publicamente ao aluno pelo orientador e Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 05/02/2021.

Prof. Ricardo Teixeira Veiga
(CEPEAD/UFMG - Orientador)

Prof. João Batista Diniz Leite

Dedico este desenvolvimento aos trabalhadores da mineração artesanal que por necessidade de alimentar suas famílias, foram escolhidos por este setor, muitas vezes por ser essa a única opção existente. Estes por muitas vezes correm riscos para avançar com seus negócios na busca de um futuro melhor impactando na vida dos seus colaboradores e da comunidade, contribuindo também com a geração de riqueza para o nosso país.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conduzir a cada momento, dando discernimento e sabedoria para a jornada da minha vida. Aos meus familiares, Simone e Gabriel que se desdobraram para que eu pudesse progredir e aumentar meus conhecimentos, mesmo sobrecarregados, continuam a incentivar. Ao meu orientador Prof. Ricardo Veiga, que apesar da intensa rotina de sua vida acadêmica aceitou o desafio da orientação. Por fim, agradeço ao time de trabalho, que se empenhou ao máximo para fazer esses projetos se tornarem realidade e poder impactar na vida de várias pessoas.

RESUMO

A mineração no Brasil por muito tempo esteve hibernando com relação a novas tecnologias, isso se deve muito a interferência de profissionais que não permitiram, muito menos incentivaram o desenvolvimento de novas soluções para suas operações. Muitas vezes adotam projetos que funcionam em outras operações no mundo, desconsiderando as particularidades do nosso clima, cultura, tipo do minério e principalmente, não valorizando os fabricantes nacionais. Nos dias atuais, a mineração foi obrigada a inovar, devido a sucessivos acidentes com elevado impacto ambiental e perdas de vidas. O setor vem sendo transformado por meio de tecnologias e inovações em processos, que permitirão uma operação mais sustentável e com menor impacto em um futuro próximo. O objetivo principal deste trabalho foi encontrar oportunidades de inovação para construção e desenvolvimento de equipamentos, soluções ou serviços, que pudessem garantir a sobrevivência e sustentar o crescimento de uma empresa madura, com mais de vinte e cinco anos de existência. Motivados por um momento de instabilidade financeira, foi obrigado a se reinventar. Foi realizada uma pesquisa documental e avaliações dentro das mineradoras, buscando soluções que impactassem diretamente nas operações com ganhos expressivos. O objetivo foi atingido, resultando em três soluções com bases tecnológicas para concentração de metais como ouro (Au), por meio de uma centrífuga apropriada para os minérios de ouro muito finos, característicos aos atuais presentes no Brasil. Eliminação da utilização de mercúrio (Hg) para recuperação de ouro, principal passivo para pequenos mineradores, sendo desenvolvido um sistema para recuperação de ouro, por meio de lixiviação, com resultados expressivos e tempos de processamento muito baixos, permitindo um rompimento cultural da utilização do mercúrio. Finalmente, uma solução para tratamento do efluente gerado por este processo e pelas mineradoras, principalmente com presença de cianetos e arsênicos, com redução expressiva dos custos, redução da utilização de químicos e em alguns resultados, até eliminando-os. Estas soluções formaram um pacote tecnológico, que permitirão principalmente aos mineradores de pequeno porte, ter uma operação com níveis de eficiência elevados e processos totalmente sustentáveis.

Palavras-chave: Tecnologia para mineração; Mineração de pequeno porte, Centrífugas, Recuperação de Ouro, Tratamento de efluentes, Garimpo sustentável.

ABSTRACT

Mining in Brazil has been hibernating for a long time with regard to new technologies, this is largely due to the interference of professionals who did not allow it, much less encouraged the development of new solutions for their operations. They often adopt projects that work in other operations in the world, disregarding the particularities of our climate, culture, type of ore and, mainly, not valuing national manufacturers. Nowadays, mining has been forced to innovate, due to successive accidents with a high environmental impact and loss of life. The sector has been transformed through technologies and process innovations, which will allow for a more sustainable operation with less impact in the near future. The main objective of this work was to find innovation opportunities for the construction and development of equipment, solutions or services, which could guarantee the survival and sustain the growth of a mature company, with more than twenty-five years of existence. Motivated by a moment of financial instability, it was forced to reinvent himself. Documentary research and evaluations were carried out within the mining companies, seeking solutions that directly impacted operations with significant gains. The objective was achieved, resulting in three solutions with technological bases for the concentration of metals such as gold (Au), by means of a centrifuge suitable for very fine gold ores, characteristic of the current ones present in Brazil. Elimination of the use of mercury (Hg) for gold recovery, the main liability for small miners, being developed a system for gold recovery, by means of leaching, with expressive results and very low processing times, allowing a cultural disruption of the use of mercury to obtain gold. Finally, a solution for the treatment of the effluent generated by this process and by the mining companies, mainly with the presence of cyanides and arsenic, with a significant reduction in costs, reduction in the use of chemicals and in some results, even eliminating them. These solutions formed a technological package, which will mainly allow small miners, to have an operation with high levels of efficiency and totally sustainable processes.

Keywords: Mining technology; Small mining, Centrifuges, Gold recovery, Effluent treatment, Sustainable mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Questões de Pesquisa para o trabalho	12
Figura 2 - Distribuição das exportações minerais do Brasil.....	20
Figura 3 - Comercio Exterior por substâncias Minerais.....	21
Figura 4 – Comparativo da evolução do preço do grama de Ouro em 18/02/2021.....	21
Figura 5 - Esquema de funcionamento Centrífuga.....	25
Figura 6 -- Centrífuga em Funcionamento	25
Figura 7 - Gráfico Comparativo das Tecnologias	29
Figura 8 - Esquema e layout do Reator de Lixiviação	30
Figura 9 - Esquema da planta completa com periféricos.....	31
Figura 11 – Eletrofloculação em funcionamento	34
Figura 10 – Esquema de Funcionamento da ELETROFLOCULAÇÃO	34
Figura 12 - Planta de tratamento de efluentes em funcionamento	35

SUMÁRIO

Sumário

1.INTRODUÇÃO	10
2.QUESTÃO DE PESQUISA	11
3.REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.OPORTUNIDADES E JUSTIFICATIVAS	19
4.1 Justificativa para problema de baixa recuperação de metal pelos pequenos mineradores de ouro.....	19
4.1.1 Identificação da oportunidade objeto da pesquisa: Tecnologia aplicada para aumento da recuperação de ouro e redução do consumo de água nos processos de concentração por diferença de densidades.	23
4.2 Justificativa para problema de utilização de mercúrio para apuração do Ouro com baixa recuperação e elevado impacto ambiental realizado pelos pequenos mineradores de ouro.	25
4.2.1 Identificação da oportunidade objeto da pesquisa: Tecnologia aplicada para eliminação da utilização de Mercúrio no processo de obtenção do ouro com aumento da recuperação e redução dos impactos ambientais.	26
4.3 Justificativa para problema de utilização excessiva de químicos para ajuste dos efluentes no seu descarte.....	31
4.3.1 Identificação da oportunidade objeto da pesquisa: Tecnologia aplicada para redução da utilização de produtos químicos na passivação dos efluentes gerados no beneficiamento de ouro com custo moderado de implantação, operação e redução dos impactos ambientais.	32
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Manter um negócio ativo no Brasil, gerando benefícios para seus envolvidos por longos anos é uma tarefa muito árdua, muitas não passam do segundo ano, poucas sobrevivem e muitas não conseguem manter o nível de atividade. Neste estudo de caso, avaliaremos o caminho para o desenvolvimento de um negócio com mais de vinte e cinco anos de existência, que durante um período de crise, apostou na oportunidade de implementar soluções tecnológica, como características específicas de melhoramento de processos e minimização dos impactos ambientais para a cadeia da mineração de ouro.

O objetivo principal deste trabalho foi encontrar oportunidades de inovação para construção e desenvolvimento de equipamentos, soluções ou serviços, que pudessem garantir a sobrevivência e sustentar o crescimento de uma empresa madura, com mais de vinte e cinco anos de existência.

A empresa objeto deste estudo de caso (doravante denominada Alfa) fabrica equipamentos e desenvolve soluções para mineração desde 1992 e atualmente comercializa seus produtos para praticamente todos os grandes projetos de mineração existente no Brasil. Seus clientes são laboratórios e mineradoras de ferro, manganês, níquel, cobre, zinco, chumbo, vanádio, nióbio e produtores de fertilizantes, mas atualmente seus principais negócios são realizados com mineradores de ouro.

Nos anos de 2014, a Alfa passou por um momento delicado financeiramente e não foi a única, segundo o site EducamaisBrasil (2019), o Brasil passou por uma recessão técnica com perdas de 3,8% do PIB e quedas da produção industrial e dos salários. Na época, a Alfa acabara de construir uma nova sede com investimentos próprios de mais de dez milhões de reais. Diante de um cenário desfavorável, a Alfa precisava buscar novas oportunidades de negócio, utilizando a estrutura existente. No ano de 2014 e 2015, a Alfa teve queda de faturamento anual de cerca de 8,2% e 12,6%, respectivamente, em relação ao ano de 2013, segundo dados obtidos do balanço da empresa. Esses sinais indicavam a necessidade de alteração dos rumos do negócio.

No ano de 2016, a Alfa estava no limite do seu conhecimento e contratou uma empresa de consultoria para ajudar a organizar e gerar ações concretas para a alteração dos rumos do negócio. Investimentos em novos negócios já tinham sido

feitos e não deram os resultados esperados, foi então elaborado um Planejamento Estratégico, com análise SWOT e avaliação de cenários para os anos seguintes.

Uma das ações do Planejamento Estratégico foi usar a proximidade e bom relacionamento com os profissionais das principais mineradoras do país, buscando escutar suas principais dificuldades, visando solucionar parte dos problemas do setor, bem como atuar para reduzir os custos aumentando a produtividade sustentavelmente. Além de melhorar a imagem ofertando um valor agregado ao seu atendimento, a Alfa teria facilidades de entradas, testes e obtenção dos resultados para os próximos passos para implementação das soluções. Os principais clientes tinham em comum, trabalhar na exploração do metal Ouro (Au).

A Alfa neste momento possuía um grupo de profissionais experimentados em várias aplicações e projetos eletromecânicos, bem como uma boa capacidade física instalada com mais de dois mil metros construídos com pontes rolantes e equipamentos de ponta para fabricação de diversos tipos de máquinas ou plantas.

A situação apresentada leva à seguinte questão: “Como encontrar produtos e ou serviços para a Alfa que possam trazer mais valor agregado e rentabilidade para o negócio, buscando utilizar os recursos aplicados e mantendo o foco na indústria de mineração de ouro, principal cliente neste momento da empresa?”

2. QUESTÃO DE PESQUISA

O objetivo principal deste trabalho foi encontrar oportunidades de inovação para construção e desenvolvimento de equipamentos, soluções ou serviços, que pudessem garantir a sobrevivência e sustentar o crescimento da empresa Alfa, soluções essas que possam aumentar o faturamento e a rentabilidade do negócio, utilizando a estrutura já instalada.

Seguindo a sequência dos fatos, estamos propondo os seguintes itens como objetivos específicos:

- a) Verificar a viabilidade das Soluções identificadas;
- b) Verificar a aceitação destas soluções pelos possíveis clientes;
- c) Definir características gerais do negócio, como público-alvo, pacote de valores agregados e como será o relacionamento com o cliente;
- d) Definir os ajustes necessários na estrutura organizacional para as atividades principais definidas na etapa anterior atendendo obrigações

legais e operacionais para fabricação e comercialização destas soluções. Nesta etapa será definido a matriz orientativa para os custos destas implantações;

- e) Preparar um plano de marketing para comercialização destas soluções, considerando as diretrizes da empresa, identificadas nas etapas anteriores.

Abaixo descrevemos em forma de tabela as objetivos e ações que fizeram parte da metodologia de trabalho e pesquisa deste trabalho.

Questão de Pesquisa: IMPLEMENTAÇÃO DE LINHAS DE PRODUTOS COM BASE TECNOLÓGICA EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS PARA MINERAÇÃO			
Objetivos Específicos	Técnicas de Coleta de dados	Objetos Inqueridos	Técnica de Coleta de Dados
1 - Verificar a viabilidade das Soluções	Fabricar protótipos que se comprometam a se assemelhar com a solução industrial para validação das soluções e teste da tecnologia aplicada.	Equipamentos em escala de protótipo	Análise dos resultados obtidos com a aplicação dos equipamentos nas necessidades apresentadas.
2 - Verificar a aceitação destas soluções pelos possíveis clientes	Questionário	Pequenos e grandes Mineradores de Ouro	Análise dos Resultados que poderão subsidiar o poder comercial de argumentação do Marketing e do Comercial.
3- Definir características gerais do negócio, como público-alvo, pacote de valores agregados e como será o relacionamento com o cliente	Entrevistas	Pequenos e grandes Mineradores de Ouro	Análise do Conteúdo
4 - Definir os ajustes necessários na estrutura organizacional para as atividades principais definidas na etapa anterior atendendo obrigações legais e operacionais para fabricação e comercialização destas soluções. Nesta etapa será definido a matriz orientativa para os custos destas implantações.	Análise de Documentos	Profissionais das áreas de Engenharia, Produção, Comercial e Marketing	Avaliação de documentos necessários para implementação das tecnologias, melhores modelos para aplicação no cliente e definição da matriz de custos para implementação.
5- Preparar um plano de marketing para comercialização destas soluções, considerando as diretrizes da empresa, identificadas nas etapas anteriores.	Análise de Documentos	Treinamento com Ata da Equipe comercial e definição da melhor estratégia de Marketing a ser adotada para romper as dificuldades identificadas pelos mineradores nos Questionários.	Análise do comportamento da equipe com relação ao domínio sobre as soluções e verificação dos pontos de argumento se realmente estão conforme os identificados no Questionário.

Figura 1 - Questões de Pesquisa para o trabalho

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Primeiramente serão abordados conceitos de empreendedorismo e empreendedor, avaliando e caracterizando as oportunidades nos processos para beneficiamento para recuperação de ouro com sistemas para tratamento de rejeitos.

O empreender é uma atividade milenar muito importante para a sociedade e para a economia de um país. Segundo pesquisa realizada em 2019 pela Global Entrepreneurship Monitor (GEM), o Brasil chegou a 38% na Taxa de Empreendedorismo Total (TTE), o que significa que cerca de 52 milhões de brasileiros possuem negócio próprio. Comparado aos demais países do BRICS (Rússia, Índia, China e África do Sul), o Brasil se encontra com a maior taxa. A China, o segundo colocado se encontra com 26,7%. Já a Rússia, última colocada, aparece com 8,6%. Segundo o levantamento do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), foi possível constatar que entre brasileiros de 18 a 64 anos, 36 em cada 100 têm um negócio ou atividade empresarial ou então, estão no caminho de ter.

Segundo Chiavenato (2006), o empreendedorismo em primeiro lugar envolve a jornada para criação de algo novo, que tenha valor e seja valorizado pelo mercado. Em segundo lugar, o empreendedorismo exige devoção, comprometimento de tempo e esforço para que o novo negócio possa transformar-se em realidade e crescer. Em terceiro lugar, o empreendedorismo requer ousadia, assumir riscos calculados e decisões críticas, além de tolerância com possíveis tropeços, erros ou insucessos. Segundo Wildauer (2011), empreendedorismo é a capacidade que uma pessoa possui de formular uma ideia sobre um determinado produto ou serviço em um mercado, seja essa ideia nova ou não, e colocá-la em prática. Para Dolabela (1999, p. 87) a “oportunidade é uma ideia que está vinculada a um produto ou serviço que agrega valor ao seu consumidor, seja através da inovação ou da diferenciação”. O que se pode entender que não basta apenas ter uma boa ideia, é preciso saber diferenciá-la de uma oportunidade. O site Endeavor Brasil, especializado na capacitação de empreendedores, realizou em 2016 pesquisa juntamente com o Datafolha, com mais de mil gestores, gerando um relatório intitulado como “Desafios dos Empreendedores Brasileiros”, no qual o site aponta que os empreendedores enfrentam vários desafios durante a sua trajetória, mas existem cinco que são uma dor de cabeça constante

tanto para pequenos empreendedores quanto para empreendedores de alto impacto, a saber: gestão de pessoas, gestão financeira, burocracia (jurídico e regulação), inovação, marketing e vendas.

Quando se fala do termo empreendedorismo é importante frisar que existem vários conceitos que se associam ao termo, tais como inovação, transformação e ousadia. Segundo Dornelas (2005), trata-se do envolvimento de uma pessoa e processos que, em conjunto, levam à transformação de várias ideias em oportunidade. O empreendedor analisa este pacote e após identificada a oportunidade(s), ele executa uma forma de transformá-la em algo comercial implementando no mercado e assim existe uma enorme chance de se obter um negócio de sucesso. Para Santos (2011) empreendedor pode ser considerado aquela pessoa que é capaz de transformar um sonho, um problema ou mesmo uma oportunidade em uma empresa viável; é aquele que não fica esperando que os outros venham resolver as suas dificuldades porque ele possui iniciativa própria, capacidade para resolver qualquer problema e está sempre motivado com o que faz. Nos estudos do tema, os itens que aparecem com grande frequência como bagagem de qualquer empreendedor estão a iniciativa, para se criar algum novo negócio o empreendedor necessita de ter esta capacidade, geralmente os empreendedores de sucesso tem paixão pelo que faz, geralmente ele conseguem de forma criativa utilizar bem os recursos disponíveis, transformando o ambiente social e econômico onde vive e além destes outros, ele possui uma tendência a aceitar assumir riscos de forma calculada, mas sempre possui em mente a possibilidade de fracassar. Segundo Sebrae (2011) em seu manual do curso Empretec, o empreendedor necessita além das capacidades descritas acima e não menos importante, ter resiliência, pois durante muito tempo, até que o negócio seja rentável, ele caminha sozinho e muitas luta até mesmo com a família para que seus esforços sejam efetivos e o negócio decole, ele necessita estar sempre se auto motivando para esperar o momento certo em que o trabalho, dedicação encontra a oportunidade. Segundo Reis (2012) todos os seres humanos nascem com as características básicas de um inovador. Durante nossas vidas tais características são ampliadas ou inibidas, de acordo com as nossas experiências, sucessos e fracassos, mas todos, em teoria podemos nos tornar grandes inovadores.

Após o período de obtenção da oportunidade de modo que ela possa se converter em algo que seja rentabilizado, o empreendedor necessita rodar este projeto

em um modelo estruturado, submetendo este projeto a situações onde ele será testado com o objetivo de entender realmente quão preparado aquele projeto está e também é a oportunidade para o empreendedor ajustar o foco para que o projeto atinja o que ele se propôs a atender. Para Castro (1977), um tema; oportunidade se justifica pelo fato de ser importante, original e viável. Uma boa oportunidade, pode ser caracterizada quando consegue satisfazer a estes três critérios, e não a somente alguns individualmente.

O ouro, metal muito cobiçado que vem sendo usado pela nossa civilização na confecção de joias e adornos há mais de 6.000 anos e foi usado como lastro monetário pelos principais países do mundo e na indústria eletroeletrônica. Segundo o relatório de Neto (2009), para elaboração do plano duodecenal 2010- 2030 encomendado pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil, o preço do ouro resulta numa estreita relação entre a demanda e a produção, levando a um baixíssimo nível de estoques na indústria. A alta densidade do ouro torna baixo o custo do seu transporte do centro produtor (minas e garimpos) até as grandes metrópoles, onde fabricam e produzem o ouro em barras e fabricam joias. A produção de ouro bruto e beneficiado se dá principalmente nos estados de Minas Gerais, Pará, Goiás, Bahia e Mato Grosso, com produção crescente nos últimos três anos. O ouro responde por aproximadamente 2,0% de toda a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) arrecadada no Brasil. (DNPM - Sumário Mineral, 2008). Em 2007 foram produzidos 49,6 t de ouro com valor superior a US\$ 1,1 bilhão. Na mineração o produto final do ouro se dá na forma de bullion, onde as empresas de maior porte operam com tecnologias de ponta com elevadas recuperações e os pequenos mineradores ainda trabalham com tecnologias rudimentares, tanto na fase de concentração quanto na fase de obtenção deste bullion que até os dias atuais, utilizam o mercúrio para obtê-lo. As conclusões mais marcantes do relatório de Neto (2009) e suas projeções são o aumento na produção de ouro nas minas do Brasil até o ano de 2030 para 83,7 toneladas, portanto um incremento de 53% acima da produção recente de 2008; Os investimentos nas minas e nas usinas, estimados como necessários para manter a produção nos níveis projetados, estimado em US\$ 2,1 bilhão; Aumento de mão de obra empregada, dos quase dez mil empregados, atualmente, para 15 mil trabalhadores, com pouco mais da metade ocupada nas minas e indústria de joias. Como somente pouco mais de 10% dessa mão de obra é de nível superior, e como

não é prevista uma mudança nas exigências em relação à proporção de mão de obra mais qualificada, até 2030, imagina-se que o mercado não terá dificuldade em dispor dessa mão de obra.

O tratamento das rochas portadoras de ouro inclui em geral, britagem, moagem, gravimetria, flotação e cianetação. A cominuição do minério de ouro é realizada, segundo as etapas de britagem, classificação, moagem em moinhos tubulares com bolas. A obtenção de produtos associados Au - Cu necessita de um circuito complexo de beneficiamento. A flotação, entre outros, é um processo usado para a concentração de ouro ou remoção de impurezas. Desse modo, são obtidos produtos como ouro e cobre, por meios físico/químicos de purificação ou beneficiamento, com elevados índices de pureza. Tais procedimentos são usados nas etapas de concentração e não de purificação, razão pela qual há, em alguns casos, muitas dificuldades para obtenção do produto desejado. O emprego de métodos químicos é a solução convencional. Neste dilema, imputa-se ao especialista o uso cada vez mais racional da criatividade e imaginação para solucionar as questões caso a caso Sampaio (2005).

Os projetos de pequeno porte, também conhecidos como garimpos, são responsáveis pela produção do ouro, obtidos com uso de equipamentos e estruturas rudimentares que representou cerca de 80% da produção brasileira de ouro no período anterior a 1988 corresponde, atualmente, a não mais do que 20%. Sua atividade se concentra, em grande parte, na Amazônia Legal (AM, AP, MT e PA). O processo de extração do ouro é completamente assistemático e varia de acordo com o tipo de depósito. O desmonte é feito de forma rudimentar, com ferramentas manuais, de forma semimecanizada, utilizando ferramentas manuais pneumáticas de pequeno porte; ou ainda, nos leitos ou nas margens dos rios, ocorre de forma hidráulica. O desmonte hidráulico é realizado com dragas e balsas por sucção.

No âmbito ambiental, as minas necessitam a dispor de licenças ambientais com obrigações específicas e penalidades previstas. Geralmente o arsênio ocorre juntamente com o ouro sendo ele um elemento farejador da pesquisa do ouro (geoquímica), porém, este elemento necessita de tratamentos e disposição especial com barragens controladas, em sua maioria, com membranas para proteger o contato do produto de modo que não alcancem as drenagens. O processo de lixiviação em pilha necessita do uso de cianetos para o ataque e a obtenção do metal no

concentrado. Ainda hoje existe a utilização do mercúrio nos garimpos de ouro tornando-se este com o item de maior preocupação, pois tanto na fase de hidrogravimetria quanto na apuração do ouro. Mas não existe em controle ambiental satisfatório e certamente há poluição nas drenagens. Tanto a ANM quanto os órgãos ambientais a níveis federal, estadual e municipal vem desenvolvendo campanhas para o uso de técnicas menos poluidoras nas áreas de garimpo, segundo Sánchez (2008).

Diante das pesquisas realizadas em visitas técnicas, foi identificado que existe uma grande oportunidade para o desenvolvimento de soluções que podem melhorar os índices de recuperação do metal no processo de concentração / lixiviação, com redução de custos operacionais e, além disso, trabalhar na redução dos índices de arsênio e cianetos nos efluentes destas minas, mas o caminho mais importante a ser analisado é a eliminação da utilização de mercúrio nos pequenos mineradores, pois além da questão operacional o Brasil assinou o acordo de MINAMATA para controlar o uso do mercúrio, substância letal para a saúde humana e para o meio ambiente. Com a promulgação, as determinações da Convenção tornam-se compromissos nacionais oficiais e o Brasil reafirma, assim, seu comprometimento para incrementar o aprimoramento da gestão de mercúrio e de seus passivos. Para esse fim, o governo, pelo Decreto nº 9.470, de 14 de Agosto de 2018, promulgou a Convenção de Minamata sobre Mercúrio, firmada pela República Federativa do Brasil, em Kumamoto, em 10 de outubro de 2013. Para o atendimento ao decreto, o governo deverá restringir o uso de mercúrio para a mineração no país, chegando a eliminação, por mais antigo que pareça, existe um problema social que impede o governo de avançar neste tema, muitas vezes o garimpeiro possui isso como sua única forma de sustento e muitas vezes estão organizados em cooperativas, dificultando a ação coercitivas dos órgãos de fiscalização.

No caso específico deste trabalho, será diante destas oportunidades identificadas pela empresa Alfa, que se encontra em operação desde 1992, avaliar quais projetos poderiam ser incorporados e quais serviços poderiam ser agregados em um público específico que são mineradores de ouro, sendo que a necessidade aparente seria como entender o cenário e ofertar pacotes de produtos com serviços que mais atendam as demandas dos clientes, principalmente separando os clientes de grandes porte dos pequenos mineradores, que não possuem o costume de comprar tecnologias para a sua operação.

Contudo, é preciso entender também um pouco sobre o comportamento de consumo destes clientes, como ele varia em função da alteração de alguns aspectos, como eles percebem os estímulos apresentados pelo mercado. Em função disso, é preciso entender como essa percepção pode ser estimulada para informa-lo ou persuadi-lo na compra. Segundo Blackwell et al., (2005) nesse processamento, a exposição à mensagem é o primeiro ponto a ser considerado, uma vez que a informação e a comunicação persuasiva podem envolver os consumidores, dado que, uma vez ocorrida a exposição, um ou mais sentidos são ativados, gerando ou não a atenção, a qual será maior em função da relevância do conteúdo da mensagem. Nesse contexto, as informações relacionadas às alterações de preço do produto podem ou não ser compreendidas, aceitas e arquivadas na memória, sendo o produto considerado ou não como alternativa válida na etapa antes da compra. Esta etapas se tornam de suma importância, uma vez que que passamos a entender um pouco de como o consumidor percebe um preço, alto, baixo, justo, e esta percepção possui forte influência na sua intenção de compra. Segundo Mowen (2003), as estratégias utilizadas para reduzir a percepção de injustiça nos preços acabam melhorando a percepção de valor do produto. A percepção é parte integrante do processamento das informações, mas não possui conceito único e universal e ainda atribui a percepção o processo no qual indivíduos são expostos à informação, prestam atenção nela e a compreendem, já Karsaklian (2000) a define como uma percepção dinâmica pelo qual aquele que percebe atribui um significado a matérias brutas oriundas do meio ambiente. Solomon (2002) define percepção como o processo pelo qual as sensações são selecionadas, organizadas e interpretadas, já Schiffman (2000) definem percepção como o processo pelo qual um indivíduo seleciona, organiza e interpreta estímulos visando a um quadro significativo e coerente do mundo. Deste modo a percepção está em um contexto de informações que são veiculadas e estas funcionam como estímulos sendo reconhecidas, selecionadas, organizadas e interpretadas por cada indivíduo, toda essa jornada, acontece muitas vezes de forma inconsciente e somente aquele indivíduo consegue gerar valor ou não naquilo que está sendo exposto conforme seus valores e expectativas. Segundo Mowen (2003) a exposição é dividida em estágios e no estágio inicial, os consumidores recebem a informação por meio dos sentidos; no estágio de atenção, concentram-se em um estímulo e para ele direcionam sua capacidade de processamento; e, finalmente, no estágio de

compreensão, essas informações são organizadas e interpretadas com o propósito de captar seu significado. O grau de envolvimento do consumidor é um fator que pode influenciar o processamento de informação e isso que determina se ele passará do estágio de exposição para o de atenção, chegando ao estágio de compreensão do processo de percepção, o aumento do envolvimento pode gerar maior motivação para captar, compreender e elaborar as informações relevantes para compra.

Este trabalho é um estudo de caso único, que analisa os dados de uma empresa em determinada situação, verificando as oportunidades e necessidades para que esta obtenha um bom posicionamento no mercado de equipamentos e serviços para mineração. Esse processo poderia ser também para um indivíduo, um grupo de indivíduos, uma organização, um grupo de organizações.

4. OPORTUNIDADES E JUSTIFICATIVAS

Diante dos problemas e oportunidades descritas, a empresa Alfa durante os anos de 2018 a 2020, realizou parcerias com cientistas e empresas especialistas em cada áreas do conhecimento necessário para o melhor desenvolvimento das soluções identificadas, investindo cerca de cinco milhões de reais entre viagens, desenvolvimentos, estudos, engenharia, projetos, protótipos, fabricação dos equipamentos e ajustes finais em operação continuada. Para cada solução, usou uma metodologia própria conforme descrito a seguir.

4.1 Justificativa para problema de baixa recuperação de metal pelos pequenos mineradores de ouro:

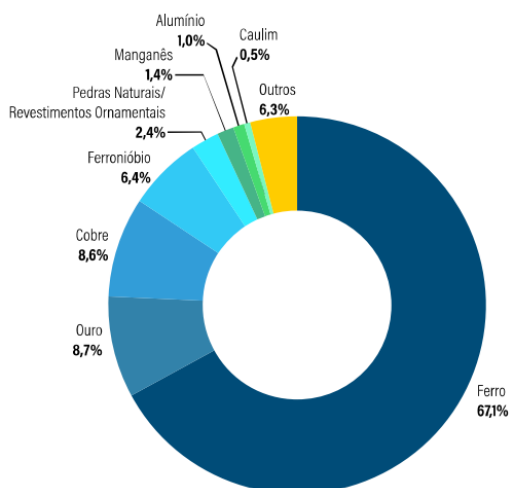
A mineração no Brasil, apesar das tragédias associadas, é um dos mais importantes segmentos para a economia, pois segundo o portal ANM (2019) gera 200 mil empregos, responde por 4% do Produto Interno Bruto. O país é uma potência mineral em diversos segmentos como mármore e granito, nióbio, minério de ferro, bauxita, ouro e pedras preciosas, conforme descrito na tabela abaixo.

EXPORTAÇÕES		IMPORTAÇÕES	
SUBSTÂNCIA	VALOR (US\$)	SUBSTÂNCIA	VALOR (US\$)
Ferro	10.988.752.555	Carvão	1.585.285.148
Ouro	1.420.141.246	Potássio	2.083.755.720
Ferronióbio	1.050.710.370	Cobre	443.180.946
Cobre	1.403.811.956	Enxofre	166.261.282
Alumínio	156.183.440	Zinco	121.480.952
Manganês	236.883.173	Rocha Fosfática	76.068.615
Caulim	82.109.277	Ouro	2.598.072
Pedras Naturais/ Revest. Orn.	388.839.166	Pedras Naturais/ Rochas Orn.	12.005.304
Outros	658.372.404	Outros	434.626.606
Total	16.385.803.587	Total	4.925.262.645

Fonte: Comex Stat/SECEX/Ministério da Economia. Elaborado por SRDM/ANM.

Figura 2 - Distribuição das exportações minerais do Brasil

Infelizmente, a mineração nos últimos anos, não tem apresentado boas notícias, devido as tragédias humana e ambientais decorrente do rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho e dos garimpos ilegais de ouro na Amazônia. Em 2017, o governo criou uma agência independente para monitorar a atividade de mineração a ANM (Agencia Nacional de Mineração), substituindo o antigo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Segundo Neto (2009) já nesta época, indicava em seu relatório encomendado pelo ministério de Minas e Energia do Brasil, que o segmento precisava de uma legislação mais apropriada para sua relevância e devido à falta de recursos para fiscalização mais efetiva, pode ter contribuído para as tragédias ambientais, humanas e clandestinidades observadas até hoje neste setor. O relatório sinalizava que seria necessário um empenho dos governantes para mudar esse quadro, os governantes até tentaram com a implementação do marco regulatório da mineração, mas devido a interesses políticos difusos, não foi adiante, seria importante abrir uma janela para o debate, com o objetivo de equacionar e superar os entraves que inviabilizam o desenvolvimento sustentável da mineração no Brasil. Dados da mineração no país segundo informe mineral do 2 semestre de 2018 ANM (2019), distribuição das exportação Brasileiras de minerais:



Fonte: Comex Stat/SECEX/Ministério da Economia. Elaborado por SRDM/ANM.

Figura 3 - Comércio Exterior por substâncias Minerais

Como pode se observar no gráfico acima, a cadeia do ouro representa 8,7% das exportações Brasileiras e movimenta cerca aproximadamente US\$ 1,42 bilhões e encontra-se em constante evolução do preço conforme pode ser observado no gráfico abaixo, com isso, tem se observado uma nova corrida do ouro, com reativação de projetos que não tinham viabilidade e com essa variação do preço, justifica a retomada.



Figura 4 – Comparativo da evolução do preço do grama de Ouro em 18/02/2021

O foco principal das tecnologias desenvolvidas esta nos pequenos mineradores, que devido à falta de recursos tecnológicos, trabalham com baixa eficiência em minérios cada vez mais complexos para serem obtidos e muitos deles

ainda operam com a utilização do mercúrio, que é prejudicial à saúde e ataca o meio ambiente sem possibilidades de reparações simples.

A operação de pequenos mineradores acontece conforme Marta (2001), com a disponibilidade de equipamentos, no passado os mineradores realizavam de forma predatória e precária, de modo que o processo de extração deixasse ainda pilhas de rejeitos com teores que viabilizam a operação com o incremento de mecanização para reaproveitamento destes rejeitos, estes rejeitos são conhecidos como “rabo de bica”. Neste tipo de mineração, a ideia é investir o mínimo de recursos, para isso, a extração de ouro, com menor custo de operação, acontece no ouro aluvionar ou na atividade dos “filãozeiros”. O Ouro aluvionar é em lavras abertas onde o minerador remove a camada superficial até atingir o material de interesse onde está agregado o ouro, para os filãozeiros, a extração é feita através de minas subterrâneas onde o minerador segue o veio e retira o material incrustado na rocha de dentro do pit e destina para tratamento externamente. Para os dois casos, busca-se a obtenção do ouro por meio de concentrações físicas pela separação por diferença de densidade, onde o ouro possui um peso específico de 19,28Kgf por m³, sendo que seus contaminantes estão na maioria dos casos abaixo de 5Kgf por m³, geralmente faz-se necessário a redução do tamanho do material que é extraído para colocar os tamanhos uniformes e a separação física ser eficiente. Para esta redução, costuma usar moinho de martelos, para redução primária e logo após o material é disponibilizado em um moinho de bolas, sendo este equipamento um dos maiores responsáveis pelo aumento no custo do investimento e no custo de operação, pois demanda um volume significativo de energia elétrica. Após a atividade de redução e padronização dos tamanhos a próxima etapa será a concentração e isto é feito por meio de dos concentradores centrífugos, este processo teve o seu surgimento nos anos 80, próprio para a recuperação de ouro aluvionar, Segundo Sampaio e Tavares (2005) esta tecnologia proporcionou uma transposição de uma barreira tecnológica dado ao alcance nunca antes atingido em termos de recuperação de minérios com granulometria fina por concentração gravítica. Os concentradores centrífugos destacam-se dos outros equipamentos utilizados na concentração de minérios de granulometria fina por efetuarem uma separação com alta eficiência, possuir elevada capacidade unitária de processamento, além de custos de operação e manutenção relativamente baixos. A elevada eficiência e as razões de enriquecimento obtidas com os concentradores

centrífugos avançados permitem a redução do número de estágios de separação necessários e a simplificação do circuito de concentração. Com o passar dos tempos e com a oportunidade de operar os rejeitos deixados pelos antigos mineradores, até mesmo da época dos Bandeirantes, necessita de uma tecnologia que trabalhe com o ouro de granulometria mais grosseira que ainda existe, mas também trabalhe com ouro extremamente finos.

4.1.1 Identificação da oportunidade objeto da pesquisa: Tecnologia aplicada para aumento da recuperação de ouro e redução do consumo de água nos processos de concentração por diferença de densidades.

A metodologia utilizada foi pesquisa documental apresentada na justificativa, onde identificamos uma excelente oportunidade, além desta, foi realizado mais de quinze visitas técnicas onde identificamos os problemas de baixa recuperação de ouro pelo processo de concentração gravítico, devido ao ouro livre encontrado atualmente no Brasil ser muito fino e a maioria dos mineradores de pequeno porte utilizarem equipamentos rudimentares, mais acessíveis, por serem fabricados nas regiões onde se concentram o maior número destas operações.

Para desenvolvimento da tecnologia a empresa Alfa, realizou um contrato de troca de tecnologia com um especialista no processo de concentração gravimétrica com mais de dez anos de experiência. A primeira etapa do trabalho consistiu na avaliação técnica dos equipamentos existentes, conforme descrito abaixo.

- a) **Equipamento A:** Equipamento importado do Canadá, maior custo de aquisição, com boa eficiência de concentração, descarga automática, atinge força de trabalho de 70G, recupera bem partículas de 0,074mm com uma faixa de concentração, equipamentos periféricos e consumíveis importados.
- b) **Equipamento B:** Equipamento importado do Canadá, maior custo de aquisição, com boa eficiência de concentração em materiais mais grossos, descarga automática, atinge força de trabalho de 50G, recupera bem partículas de 0,149mm com uma faixa de concentração, equipamentos periféricos e consumíveis importados, muito utilizado em mineradoras para retirar ouro mais grosseiro do processo e facilitar o processo de lixiviação na etapa futura.
- c) **Equipamento C:** Equipamento nacional, desenvolvido com apoio do governo seguindo uma similaridade do Equipamento B na versão primeira, sendo que

hoje já estão na 5 versão do equipamento, baixo custo de aquisição, baixa eficiência de concentração, descarga manual, atinge força de trabalho de 39G, muito usado na mineração de pequeno porte pela facilidade de acesso e baixo custo. Costumam trabalhar com três equipamentos fazendo a função que uma faria.

Após a avaliação dos concorrentes juntando com os objetivos que já havíamos traçado anteriormente, chegamos nas premissas da tecnologia / inovação que deveríamos desenvolver, eram:

- I. Descarga automática para aumentar a segurança operacional.
- II. Aumentar a recuperação de partículas ultrafinas de 0,037mm.
- III. Ajuste da Força de trabalho atingindo mais de 100G
- IV. Produto com custo de aquisição mais em conta que os concorrentes de fora do país.

Após esta etapa, foi dado início ao processo de desenvolvimento, que passou pelas etapas de modelamento, elaboração do projeto, simulações em softwares tridimensionais, fabricação de um equipamento protótipo, testes com materiais neste protótipo, envio das amostras para análises laboratoriais, obtenção dos resultados que foram satisfatórios, revisão do projeto inicial e fabricação do equipamento conforme o projeto atualizado para posterior aplicação em uma operação real, coleta de amostras e validação final dos resultados laboratoriais.

Para aumentar a recuperação, testamos vários formatos, aumentando o canal aumentando a pressão, reduzindo a pressão, variando a velocidade e etc. No teste que realizamos inserindo uma nova oportunidade de recuperação, inovando, criando dois pontos de carregamento e não um como as demais existentes no mercado, tivemos um excelente resultado, observando uma concentração de materiais com maior tamanho na câmara inferior e os materiais mais finos na câmara superior, pois a força de trabalho é maior no maior diâmetro do projeto.

Como todo trabalho realizada pela equipe Alfa juntamente com o a apoio do especialista parceiro, obtivemos os seguintes resultados:

- I. O projeto compreende a descarga automática do concentrado de forma automática, garantindo uma segurança operacional e patrimonial.

- II. Com a alteração do projeto incluindo a segunda fase de recuperação, atingimos até 150G da força de trabalho de forma ajustável e obtivemos recuperação de partículas ultrafinas de 0,037mm.
- III. Foi medido um consumo de água cerca de 20% inferior aos concorrentes canadenses.
- IV. O projeto final atingiu um valor de venda em reais cerca 80% do valor dos equipamentos Canadenses, sem considerar os custos de importação e transporte. Ficou cerca de 250% do valor de venda do Equipamento C “Nacional”, embora as tecnologias são muito diferentes e recuperação também, acreditamos que se o cliente possuir uma mina de aproximadamente duas gramas por tonelada de ouro livre, o investimento será pago com cinco meses.

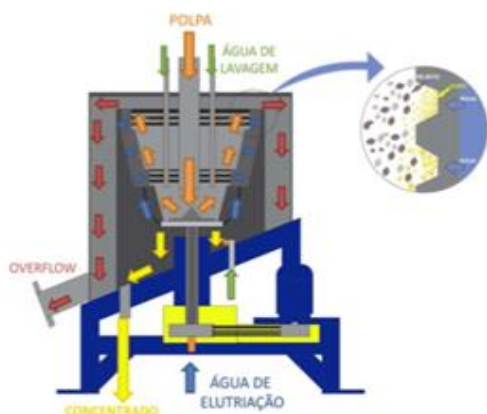


Figura 5 - Esquema de funcionamento Centrífuga



Figura 6 -- Centrífuga em Funcionamento

4.2 Justificativa para problema de utilização de mercúrio para apuração do Ouro com baixa recuperação e elevado impacto ambiental realizado pelos pequenos mineradores de ouro.

Segundo a Convenção de Minamata sobre o Mercúrio com o objetivo de proteger a saúde humana e o meio ambiente das emissões e liberações antropogênicas de mercúrio e de compostos de mercúrio, sendo o mercúrio conhecido como uma substância que produz efeitos neurológicos adversos significativos e outros efeitos para a saúde, podendo ser particularmente nocivo às crianças em gestação e bebês. O transporte de mercúrio no meio ambiente por meio da produção ou utilização a reverteria, foi um motivo fundamental para tomar a decisão de que era necessária uma ação global para resolver o problema da poluição por mercúrio. Um programa para resolver estas preocupações foi então estabelecido e posteriormente fortalecido pelos

governos, por meio de decisões do Conselho de Administração da ONU em 2005 e em 2007. Em 2007, o Conselho concluiu que as medidas voluntárias e os instrumentos jurídicos internacionais existentes seriam revisados e avaliados visando progredir na resolução da questão do mercúrio. O governo Brasileiro então acatou através do decreto nº 9.470, de 14 de agosto de 2018, disponível no portal do ministério do meio ambiente do Brasil.

Com o desenvolvimento oportunidades das tecnologias descritas acima a empresa estudada além de ter a oportunidade de ter soluções com bom valor agregado para a cadeia do ouro, que possui um elevado valor agregado em seus processos, pode contribuir para o aumento na rentabilidade das operações, trabalhar na eliminação do uso do mercúrio na cadeia do ouro, assunto este que possui um parágrafo específico na Convenção de Minamata sobre o Mercúrio, este processo pode gerar mais projetos legalizados e seguros de modo que possam trazer mais recolhimentos de impostos para o país, gerando um crescimento sustentável da cadeia produtiva. Este desafio poderá regularizar a produção de pequenos mineradores, também conhecidos como “garimpeiros” onde está milhares de trabalhadores autônomos, dispersos geograficamente, operando em precárias condições de organização, utilizando-se de técnicas rudimentares, com baixa produtividade e, usualmente, comprometendo o meio ambiente.

4.2.1 Identificação da oportunidade objeto da pesquisa: Tecnologia aplicada para eliminação da utilização de Mercúrio no processo de obtenção do ouro com aumento da recuperação e redução dos impactos ambientais.

A metodologia utilizada foi pesquisa documental apresentada na justificativa, onde identificamos uma excelente oportunidade devido as necessidades governamentais e sociais, além desta, foi realizado mais de quinze visitas técnicas onde identificamos os problemas de utilização de Mercúrio no processo para obtenção do ouro vedável, sendo observado elevado risco de problema ambiental, inclusive observados vários passíveis em antigas bacias de rejeitos com presença de mercúrio, além de ter sido observada uma baixa recuperação do metal com este processo. A maioria dos mineradores de pequeno porte utilizam mercúrio em seu processo, devido este ser uma atividade dominada e passada por anos, além de ser mais acessíveis.

Para desenvolvimento da tecnologia a empresa Alfa, realizou um contrato de troca de tecnologia com um especialista no processo de lixiviação de ouro com mais

de trinta anos de experiência. A primeira etapa do trabalho consistiu na avaliação técnica dos equipamentos existentes, conforme descrito abaixo.

- a) **Equipamento A:** Equipamento importado do Canadá, complexo, fluxo da solução realizado por bombeamento, ineficiente para materiais ultrafinos, utilizado apenas por mineradoras de grande porte, tempo de lixiviação variando de vinte a trinta e seis horas. Comercialização das partes de forma separada, elevados custos de aquisição e instalação, devido a necessidade de envio de técnicos de fora do país para montagem. Necessidade de uma equipe de engenharia para apoio a montagem e implementação.

Lixiviação - processo de dissolução total do metal do concentrado alimentado no processo.

- b) **Equipamento B:** Equipamento importado do Canadá, complexo, fluxo da solução realizado por meio de um sistema de rolos, como se tivesse um tambor rolando sobre rolos, eficiente para materiais ultrafinos, utilizado por mineradoras de grande e médio porte, tempo de lixiviação variando de vinte a trinta e seis horas. Comercialização das partes de forma separada, elevados custos de aquisição e instalação, devido a necessidade de envio de técnicos de fora do país para montagem. Necessidade de uma equipe de engenharia para apoio a montagem e implementação. Elevados custos de manutenção no sistema de rolos e elevada movimentação da solução gerando perdas de materiais neste processo.

- c) **Método convencional de recuperação de Ouro via Mercúrio (Azogue):** Este processo consiste em um procedimento homologado pelos órgãos ambientais, onde o minerador leva seu concentrado para um local “controlado”, coloca este materiais com adição de mercúrio na proporção de um litro por quilo de ouro produzido, dentro de uma betoneira (equipamento utilizado na construção civil), deixa agitando por um período de uma a duas horas, após este período, ele retira com um pano o mercúrio com o metal capturado, ele retira o máximo da umidade do pano, retira tipo uma “bola” de metal com mercúrio, insere essa “bola” em uma retorta, nos mineradores mais organizados, utilizam uma capela com exaustão para recuperar parte do Mercúrio evaporado. A retorta é um equipamento onde é colocado fogo e o mercúrio, por ter um poder calorífico

menor que o ouro, evapora e o ouro fica na retorta em forma de “bulion”, este metal obtido neste processo já é passível de comercialização.

Após a avaliação dos concorrentes juntando com os objetivos que já havíamos traçado anteriormente, chegamos nas premissas da tecnologia / inovação que deveríamos desenvolver, eram:

- I. Processo automático para aumentar a segurança operacional.
- II. Atingir recuperações superiores a 90% do metal disponível.
- III. Ajuste de processo para adaptar ao tipo do minério a ser processado.
- IV. Produto com custo de aquisição mais em conta que os concorrentes de fora do país.
- V. Conseguir garantir a lixiviação em um total máximo de vinte e quatro horas, garantindo ao minerador obter metal diariamente para garantir um fluxo de caixa.

Após esta etapa, foi dado início ao processo de desenvolvimento, que passou pelas etapas de modelamento, elaboração do projeto, simulações em softwares tridimensionais, fabricação de um equipamento protótipo, testes com materiais neste protótipo, envio das amostras para análises laboratoriais, obtenção dos resultados que não foram satisfatórios, revisão do projeto básico com avaliação de várias literaturas, fabricação de um novo protótipo, testes com materiais, envio das amostras para laboratório, obtenção dos resultados positivos, revisão do projeto inicial, fabricação do equipamento conforme o projeto atualizado, aplicação em uma operação real, coleta de amostras, alterações no projeto conforme identificação das dificuldades, inclusão de outras etapas para facilitar o processo, aumentar a segurança e garantir o máximo da recuperação para os operadores, envio dos resultados para o laboratórios e validação final dos resultados laboratoriais.

Como todo trabalho realizada pela equipe Alfa juntamente com o a apoio do especialista parceiro, obtivemos os seguintes resultados:

- I. Todo o processo é controlado por uma programador logico, que permite um controle supervisorío de todo equipamento e pode-se ajustar os paramentos de forma a ajustar ao minério a ser lixiviado.

- II. Nos testes realizados, foi medido recuperações de 95 a 99% da recuperação de metal. Foram realizados vários testes, aplicando temperatura e produtos químicos que permitiram uma recuperação significativa em tempos muito satisfatórios. No exemplo do gráfico, estamos comparando as recuperações dos sistemas convencionais e no nosso sistema, obtivemos uma recuperação de 95% do metal em duas horas de processamento, mudando de forma significativa os processos e modelos anteriores.

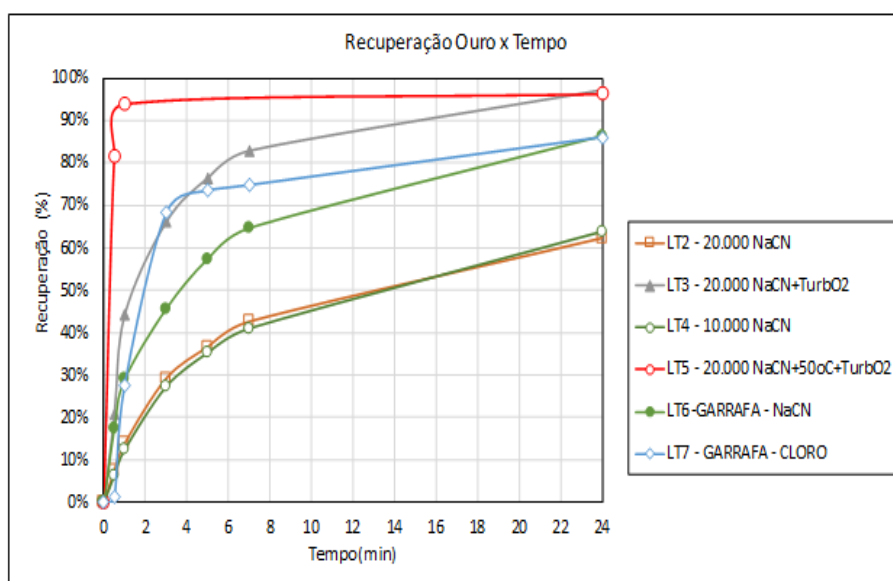


Figura 7 - Gráfico Comparativo das Tecnologias

- III. Para essa tecnologia, acreditávamos que se dominássemos apenas a parte da lixiviação estaria suficiente, mas para concluir os trabalhos de avaliação da aplicação, fabricamos um equipamento em escala industrial em parceria com um distribuidor, realizamos uma operação assistida durante o ano de 2020 e foi observado que para a solução ser viável, teria que fornecido todos os componentes necessários para realização dos processos, recuperação máxima do metal e destinação controlada dos efluentes. O equipamento foi instalado em um galpão operacional na cidade de Poconé/MT, local com grande público de mineradores de pequeno porte que operam com mercúrio, recebemos mais de vinte toneladas de concentrado de baixo teor, onde o equipamento foi submetido a uma aplicação real. Foi identificado a necessidade de vários ajustes no processo, implementação de equipamentos para recuperação de finos para posterior beneficiamento do

mesmo, coluna de carvão ativado para recuperar os resíduos de metal na solução no descarte, sistema de destruição do cianeto no descarte da solução com passivação mínima de químicos para descarte ou retorno da água, além de cuidados com segurança, como sensor de presença de gás cianídrico e lavador de olhos.

Este processo permitiu fazermos um circuito fechado, onde conseguimos medir todos os consumos, perdas e potenciais de melhoria. Hoje a solução que é ofertada ao mercado, vai com todas estes periféricos, inclusive foi observado a necessidade de um treinamento para um profissional especializado por um período mínimo de trinta dias, podendo estender caso necessário.

- IV. O projeto final atingiu um valor de venda em reais cerca 95% do valor dos equipamentos Canadenses, sem considerar os custos de importação e transporte. Não teria como realizar uma comparação com os custos para utilização do mercúrio, pois por se tratar de um produto proibido de comercialização no Brasil, não existe um padrão de custo e consumo dos produtos. Acreditamos que se o cliente possuir uma mina de aproximadamente duas gramas por tonelada de ouro livre, concentrando em uma centrífuga adequada, o investimento será pago com doze meses.

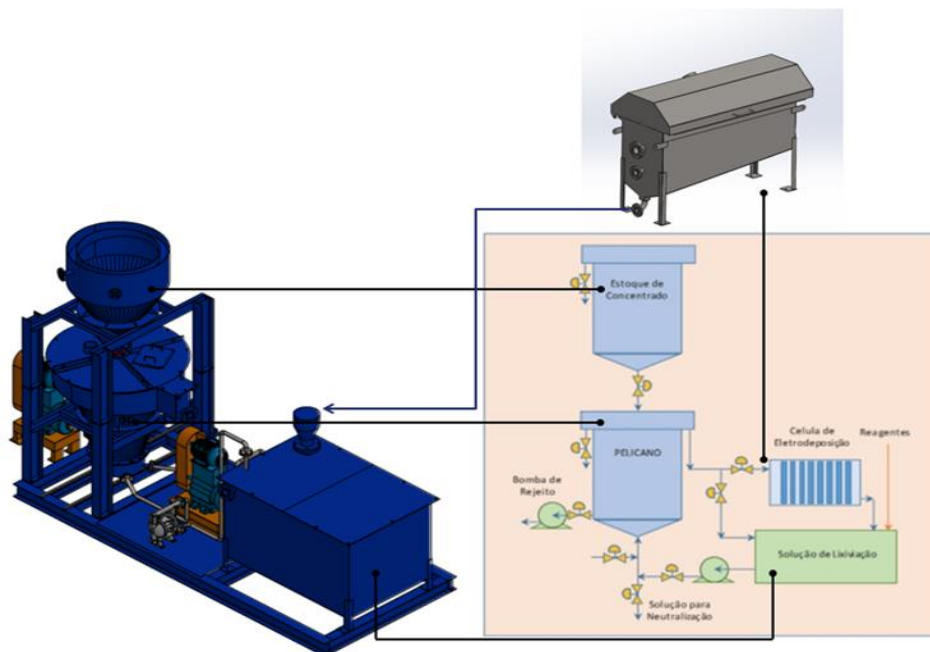


Figura 8 - Esquema e layout do Reator de Lixiviação

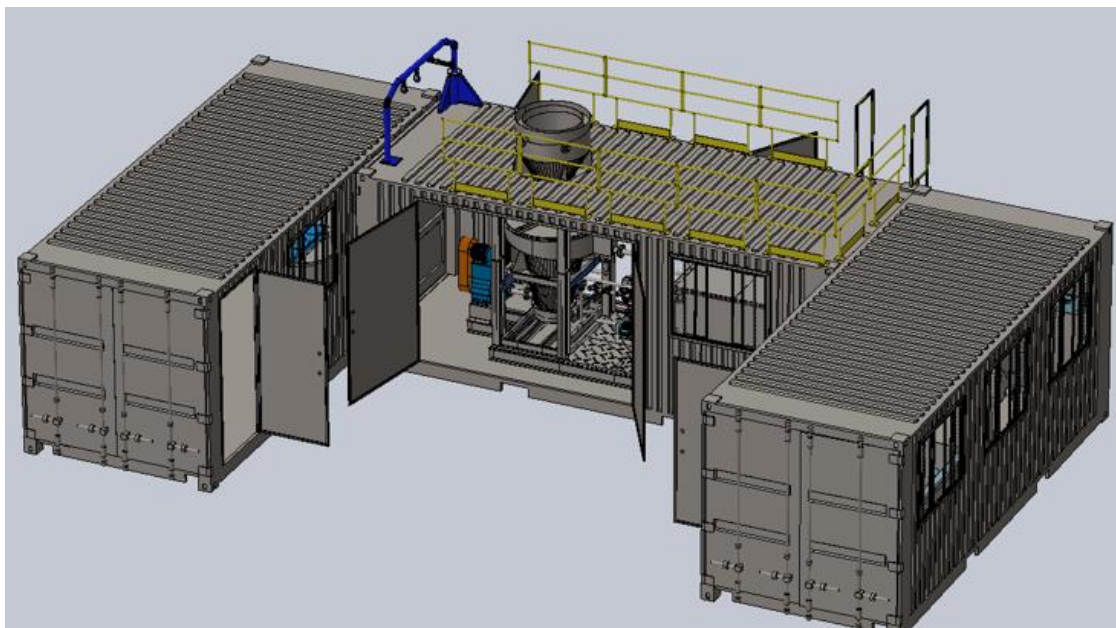


Figura 9 - Esquema da planta completa com periféricos

4.3 Justificativa para problema de utilização excessiva de químicos para ajuste dos efluentes no seu descarte.

A atividade de mineração, devido a sua característica de remoção das partículas para acesso ao depósito no subsolo é um dos meios pelos quais os metais entram no ambiente, Salomons (1995). Rejeitos depositados, pilhas de materiais estéril, decorrentes destas atividades, podem ser fontes de contaminação ambiental graças à presença de metais pesados e arsênio, principalmente quando esses materiais contêm minerais sulfetados e teores elevados de metais.

Os pequenos mineradores, muitas vezes não sabem que estão gerando este passivo, devido a precariedade da operação e falta de conhecimento em investigação do material que está sendo trabalhado, mas os maiores impactos trazidos do subsolo para as pilhas e barragens de rejeitos, são trazidos pelos grandes mineradores, por terem uma operação mais mecanizada a atingirem profundidades de mais de dois mil metros de profundidade. Segundo Silva (2004), a atividade mineradora, quando comparada a outras fontes de degradação do ambiente, como a agricultura e a pecuária, afeta diretamente pequenas áreas e os materiais solubilizados de rejeitos, se atingirem os cursos d'água com elevados teores de metais pesados, podem impactar contaminando áreas localizadas a centenas de quilômetros da mineração, podendo chegar na cadeia trófica e no homem em arredores de áreas de mineração.

Muitas vezes essa contaminação poderá se dar pela entrada destes elementos em solos de cultivo agrícolas, em razão dos baixos valores de pH (que podem chegar a 2,0 ou menos), elementos tóxicos, incluindo Al, Mn, Cu, As, Zn, Pb, Hg e Cd, se presentes no meio, são solubilizados e mobilizados nas águas de drenagem, podendo ser absorvidos em níveis tóxicos pelas plantas e incorporados na cadeia trófica Mello & Abrahão, (1998); Shu et al., 2001) estes sulfetos, além de serem altamente solúveis, apresentam reação fortemente ácida, de modo que são facilmente dissolvidos na fase líquida, acidificando as águas de drenagem (Mello & Abrahão, 1998), podendo colocar em risco toda população localizada no entorno dos empreendimentos minerários.

Na resolução do Conama Nº 430 de 13/05/2011, ela dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e nela indica uma concentração limite de 1,0 mg/L para cianeto total e 0,5 mg/L para arsênio e 0,01 mg/L para mercúrio, todos estes elementos são muito comuns nos processos de beneficiamento do ouro.

Diante do apresentado anteriormente, observamos que as operações de extração de ouro sofrem com a presença de metais pesados extraídos junto com o metal e que uma vez estando no processo, precisa ser neutralizado, além dos reagentes químicos adicionados no processo para extração e lixiviação. A tecnologia existente utiliza a aplicação de mais químicos no efluente para destruição destes contaminantes, que são de valores elevados e muitas vezes geram outros problemas com a sua utilização, como barragens controladas com presença de lamas químicas.

Além desta oportunidade / necessidade dos mineradores, no desenvolvimento da solução anterior, reator de lixiviação intensiva foi identificado a necessidade de dar destino correto para os produtos químicos aplicados no sistema nas atividades para obtenção do metal. Encontrando uma solução mais apropriada que a utilização de químicos, poderia assim fechar uma solução altamente tecnológica e com aplicações das melhores práticas de sustentabilidade para as operações de concentração, recuperação por meio da lixiviação e destinação sustentável para os rejeitos.

4.3.1 Identificação da oportunidade objeto da pesquisa: Tecnologia aplicada para redução da utilização de produtos químicos na passivação dos efluentes gerados no beneficiamento de ouro com custo moderado de implantação, operação e redução dos impactos ambientais.

A metodologia utilizada foi pesquisa documental apresentada na justificativa, onde identificamos uma excelente oportunidade, além desta, foi realizado mais de

cinco visitas técnicas onde identificamos a necessidade melhorar o tratamento de efluentes com aplicação simples, baixos custos para redução de materiais orgânicos e inorgânicos principalmente cianetos livres e arsênicos, provenientes dos processos de Lixiviação de Ouro. A tecnologia existente utiliza a aplicação de mais químicos no efluente para destruição destes contaminantes, que são de valores elevados e muitas vezes geram outros problemas com a sua utilização.

Para desenvolvimento da tecnologia a empresa Alfa, realizou um contrato de troca de tecnologia com uma empresa de engenharia de processos com uma equipe de especialistas no processo de tratamento de rejeitos com mais de trinta anos de experiência. A primeira etapa do trabalho consistiu na avaliação documental de tecnologias existentes, pois para essa solução, não existia nenhuma tecnologia similar disponível para utilização no Brasil no momento da pesquisa. A equipe responsável por este desenvolvimento fez várias pesquisas de soluções similares e um processo que poderia ser eficiente para essa aplicação seria a eletrocoagulação utilizando apenas energia elétrica e placas metálicas para abatimento e separação dos efluentes da água para descarte.

Após esta revisão da bibliografias existentes e considerando as oportunidades e objetivos que já havíamos traçado anteriormente, chegamos nas premissas da tecnologia / inovação que deveríamos desenvolver, eram:

- I. Reduzir os níveis de materiais orgânicos e inorgânicos principalmente cianetos livres presentes no efluente com baixa ou nenhuma aplicação de químicos.
- II. Processo seguro sem necessidade de redução do pH da solução, para não ocorrer a formação de gases nocivos à saúde humana.
- III. Custo acessível para não onerar o projeto principal e ser inferior as aplicações de químicos nos processos de passivação destes efluentes.

Após esta etapa, foi dado início ao processo de desenvolvimento, que passou pelas etapas de modelamento, elaboração do projeto, simulações em softwares tridimensionais, fabricação de um equipamento protótipo, testes com materiais neste protótipo, envio das amostras para análises laboratoriais, obtenção dos resultados que não foram satisfatórios, revisão do projeto básico com avaliação de várias literaturas, fabricação de um novo protótipo, testes com materiais, envio das amostras para laboratório, obtenção dos resultados positivos, revisão do projeto inicial, fabricação do

equipamento conforme o projeto atualizado, aplicação em uma operação real, coleta de amostras, recebimento dos resultados dos laboratórios e validação final com os resultados laboratoriais.

Como todo trabalho realizada pela equipe Alfa juntamente com o a apoio dos especialistas parceiros, obtivemos os seguintes resultados:

A Eletrofloculação é um processo onde o efluente é submetido a uma descarga elétrica, sob condições controladas, promovendo a ocorrência de reações físico químicas no meio líquido. A tecnologia baseia-se no efeito da passagem de uma corrente elétrica através de um efluente liquido, que provoca uma mudança de carga elétrica nas partículas presentes nesse efluente.

- I. Resultados medidos de redução de cianetos livres de 3500ppm para 5ppm, sem alteração do pH e produtos químicos.
- II. Acompanhamento do pH da solução, para não ocorrer a formação de gases cianídricos, observado variações seguras.
- III. Custo e consumo muito baixos, utilização apenas de eletrodos de materiais de custo acessível e energia elétrica com baixo consumo para tratamento. Redução significativa de reagentes químicos para tratar um baixo volume de cianetos finais presentes na solução.

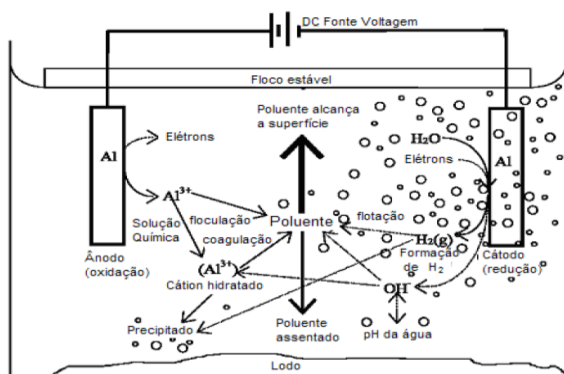


Figura 11 – Esquema de Funcionamento da ELETROFLOCULAÇÃO



Figura 10 – Eletrofloculação em funcionamento



Figura 12 - Planta de tratamento de efluentes em funcionamento

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa objeto deste estudo de caso (doravante dominada Alfa) fabrica equipamentos e desenvolve soluções para mineração desde 1992 e atualmente comercializa seus produtos para praticamente todos os grandes projetos de mineração existente no Brasil. Seus clientes são laboratórios e mineradoras de ferro, manganês, níquel, cobre, zinco, chumbo, vanádio, nióbio e produtores de fertilizantes, mas atualmente seus principais negócios são realizados com mineradores de ouro.

Nos anos de 2014, a Alfa passou por um momento delicado financeiramente e não foi a única, segundo o site EducamaisBrasil (2019), o Brasil passou por uma recessão técnica com perdas de 3,8% do PIB e quedas da produção industrial e dos salários. Na época, a Alfa acabara de construir uma nova sede com investimentos próprios de mais de dez milhões de reais. Diante de um cenário desfavorável, a Alfa precisava buscar novas oportunidades de negócio, utilizando a estrutura existente. No ano de 2014 e 2015, a Alfa teve queda de faturamento anual de cerca de 8,2% e 12,6%, respectivamente, em relação ao ano de 2013, segundo dados obtidos do balanço da empresa. Esses sinais indicavam a necessidade de alteração dos rumos do negócio.

No ano de 2016, a Alfa estava no limite do seu conhecimento e contratou uma empresa de consultoria para ajudar a organizar e gerar ações concretas para a alteração dos rumos do negócio. Investimentos em novos negócios já tinham sido feitos e não deram os resultados esperados, foi então elaborado um Planejamento Estratégico, com análise SWOT e avaliação de cenários para os anos seguintes.

Uma das ações do Planejamento Estratégico foi usar a proximidade e bom relacionamento com os profissionais das principais mineradoras do país, buscando escutar suas principais dificuldades, visando solucionar parte dos problemas do setor, bem como atuar para reduzir os custos aumentando a produtividade sustentavelmente. Além de melhorar a imagem ofertando um valor agregado ao seu atendimento, a Alfa teria facilidades de entradas, testes e obtenção dos resultados para os próximos passos para implementação das soluções. Os principais clientes tinham em comum, trabalhar na exploração do metal Ouro (Au).

A Alfa neste momento possuía um grupo de profissionais experimentados em várias aplicações e projetos eletromecânicos, bem como uma boa capacidade física

instalada com mais de dois mil metros construídos com pontes rolantes e equipamentos de ponta para fabricação de diversos tipos de máquinas ou plantas.

O caso apresentado sinteticamente ilustra o sucesso da gestão tecnológica associada ao planejamento estratégico. O capital intelectual da empresa foi enriquecido com a trabalho da empresa de consultoria, que instigou a busca por soluções, ouvindo as necessidades dos próprios clientes. A necessidade de gerar tecnologia para o setor de mineração, faz com que o empreendedor brasileiro ligado a essa cadeia, crie e desenvolva de forma inovadora, soluções mais sustentáveis, avaliando e minimizando os impactos para os envolvidos, bem como as futuras gerações. Essas ações, contribuem expressivamente para adequar a atividade econômica de mineração, uma das principais do nosso país, às demandas atuais de cuidado com o meio ambiente, saúde e segurança. Devido à natureza sensível das informações corporativas, evitamos detalhar os detalhes financeiros dos investimentos e resultados econômicos. Mas atestamos que se tratam de soluções viáveis e lucrativas.

A situação apresentada leva à seguinte questão: “Como encontrar produtos e ou serviços para a Alfa que possam trazer mais valor agregado e rentabilidade para o negócio, buscando utilizar os recursos aplicados e mantendo o foco na indústria de mineração de ouro, principal cliente neste momento da empresa?”

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACKWELL, R. et al. Comportamento do consumidor. São Paulo: Pioneira, 2005.

BLOWES, D.W.; JAMBOR, J.L.; HANTON-FONG, C.J.; LORTIE, L. & GOULD, D. Geochemical, mineralogical and microbiological characterization of a sulphide-bearing carbonate-rich gold-mine tailings impoundment, Joutel, Québec. *Appl. Geochem.*, 13:687-705, 1998.

CASTRO, C. M. A prática da pesquisa. São Paulo: Mc Graw – Hill do Brasil, 1977.

CHIAVENATO, Idalberto. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor. São Paulo: Saraiva, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da Administração. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

DOLABELA, Fernando. Oficina do empreendedor: a metodologia de ensino que ajuda a transformar conhecimento em riqueza. 6 ed. São Paulo: Cultura, 1999.

DORNELAS, José Carlos Assis. Empreendedorismo: Transformando ideias em Negócios. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005

Decreto de Lei 9.470 de Agosto de 2018, Promulga a Convenção de Minamata sobre Mercúrio, firmada pela República Federativa do Brasil, em Kumamoto, em 10 de outubro de 2013. Brasília, 2018 disponível 13 de Outubro de 2019 no portal Ministério do Meio Ambiente do Brasil

Empretec Manual do Participante. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, 2011

Global Entrepreneurship Monitor 2018. 2019, BOSMA, Niels, Ph.D; KELLEY, Donna, Ph.D. United States, 2019.

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KARSAKLIAN, E. Comportamento do consumidor. São Paulo: Atlas, 2000.

KOTLER, Philip – Administração de Marketing – 10ª Edição, 7ª reimpressão – Tradução Bazán Tecnologia e Linguística; revisão técnica Arão Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

MARTA, José Manuel. Relações de produção no Garimpo de Poconé - MT, *Revista de Estudos Sociais*, São Paulo, 2001.

MELLO, J.W.V. & ABRAHÃO, W.A.P. Geoquímica da drenagem ácida. In: DIAS, L.E. & MELLO, J.W.V., eds. Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.45-57

MOWEN, J. C.; MINOR, S. M. Comportamento do consumidor. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

NETO, Homero de Araújo. Relatório Técnico número 38: Desenvolvimento de Estudos para elaboração do Plano Duodecenal (2010-2030) da Geologia, Mineração e Transformação Mineral para Produto 19 (Minério de Ouro). Ministério de Minas e Energia do Brasil: Brasília, 2009

PORTAL ANM, Sumário Mineral (2008), disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2008>; Acesso em 14.10.2019.

PORTAL ANM, Informe mineral 2/2018, disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe-mineral-2018-2o-semester-1/view>; Acesso em 14.10.2019.

PORTAL EDUCA MAIS BRASIL (2019) disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/matematica/crise-economica-no-brasil>; Acesso em 02/02/2021

PORTAL ENDEAVOR, Os 5 maiores desafios dos empreendedores (2016) disponível em: <https://endeavor.org.br/ambiente/5-desafios-empreendedores-pesquisa/> Acesso em 14.10.2019.

PORTAL IBGE, Produto Interno Bruto (2018), disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>; Acesso em 14.10.2019.

PORTAL TRADEVIER.COM (2021) disponível em: <https://clubedospoupadores.com/ouro>; Acesso em 18.02.2021

REIS, Evandro Paes dos.; ARMOND, Álvaro Cardoso. Empreendedorismo. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.

RESOLUÇÃO CONAMA NR 430 de 13/05/2011 disponível em: [https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770#:~:text=m%C3%A1ximo%20de%20120%20mg%2FL,do%20enquadramento%20do%20corpo%20receptor.](https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770#:~:text=m%C3%A1ximo%20de%20120%20mg%2FL,do%20enquadramento%20do%20corpo%20receptor.;); Acesso em 18.02.2021

ROSA, Cláudio Afrânio. Como elaborar um plano de negócio. Brasília: SEBRAE, 2007. Disponível em: Acesso em 12 de outubro de 2016.

SAMPAIO, C. H. e TAVARES, L. M. M. Beneficiamento Gravimétrico. Editora da UFRGS, 2005.

SANTOS, Jorge Henrique França dos e BOTELHO, Delane: Análise comparativa de preços: Variáveis influentes na percepção de vantagem de compra, Ram, Rev. ADM. Mackenzie, São Paulo, 2011.

SÁNCHEZ, L. E. Mineração e Meio Ambiente, Parte II, Capítulo 6, in Tendências Tecnológicas Brasil 2015. Eds. F. R. C. Fernandes, G. M. M. Matos, Z. C. Castilhos, A. B. Luz. 2008.

SCHIFFMAN, L.; KANUK, L. Comportamento do consumidor. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SILVAL, S. R.; PROCÓPIOL S. O; QUEIROZ, T. F. N.; DIAS, L. E Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.28 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2004 Caracterização de rejeito de mineração de ouro para avaliação de solubilização de metais pesados e arsênio e revegetação local.

SALOMONS, W. Environmental impact of metals derived from mining activities: Processes, predictions, prevention. J. Geochem. Explor., 52:5-23, 1995.

SOLOMON, M. R. O comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

WILDAUER, E. W. Plano de negócios: elementos constitutivos e processo de elaboração. 2 e. Curitiba: Ibpex, 2011.

APÊNDICE

A Alfa está ativa desde 1992 na fabricação de equipamentos para laboratórios de mineração, plantas-piloto e sistemas de amostragem, estes equipamentos são utilizados na caracterização mineral que coleta e prepara as amostras para validação de processos minerários e geração de resultados similares aos industriais. Estes processos permitem a produção de informações consistentes para a avaliação da viabilidade ou não de projetos. Basicamente os equipamentos que fazem parte da linha de produção da Alfa são, amostradores, quarteadores, britadores, peneiras, moinhos, tanques, células e colunas de flotação, filtros, pulverizadores e outros. Esses equipamentos podem ser instalados de forma contínua com uso de bombas simulam um beneficiamento industrial com carga horária muito pequena, escala-piloto e a mineração utiliza desse recurso para ajustar o processo produtivo com menor custo do que o teste na planta industrial.

Quando se pretende iniciar qualquer atividade de mineração é recomendado que se retire uma alíquota representativa da área de exploração e se simule a rota de processo nesta escala para verificar sua viabilidade. Os equipamentos também podem ser utilizados dentro do laboratório, separadamente para avaliação deste processos e gerar informações unitárias. Esses equipamentos geralmente são os primeiros a serem adquiridos quando está se iniciando um novo projeto, justamente para que os técnicos nele envolvidos possam ir testando as melhores rotas, melhores recuperações dos equipamentos bem como alimentar constantemente o plano de negócios do projeto, ajudando os gestores na captação de recursos e reduzindo significativamente a margem de erro do projeto.

A empresa Alfa possui sua sede própria em uma área cinco mil metros quadrados, construída no ano de 2013, com isso se tornou a maior empresa na fabricação de equipamentos para laboratório de Mineração do Brasil e, em 14 de abril 2016, foi apontada como umas das quatro melhores empresas para fabricação de equipamentos para mineração do Brasil pelo site Indústria Hoje. A obra de ampliação dobrou a capacidade produtiva e contou com parte de capital próprio e contração de uma dívida para custear a outra parte para conclusão das obras.

No ano de 2015 muitos projetos da empresa Alfa foram paralisados. Os dirigentes da empresa sentiram que algo deveria ser feito, pois o investimento feito na

nova sede gerou um custo financeiro mensal, além disto, os custos operacionais aumentaram significativamente pela mudança de Belo Horizonte para Lagoa Santa e para completar no final deste ano ocorreu o desastre com o rompimento de uma barragem de rejeitos com um dos seus principais clientes daquela época, paralisando todo o relacionamento e interferindo diretamente em novos projetos devido as alterações nas regras para novos licenciamentos.

No início de 2016, foi contratado uma empresa de consultoria para realizar um diagnóstico da organização e conduzir o processo de elaboração do planejamento estratégico, afim de, gerar possíveis saídas da situação apresentada. Diante das análises numéricas realizadas, entrevistas com gestores, pesquisas da satisfação dos clientes, análise dos cenários e brainstorming com os líderes, foram feitas várias mudanças e ajustes.

Neste momento foi decido que a empresa Alfa investiria moderadamente nos próximos cinco anos na busca de novos produtos e tecnologias que agregassem valor aos produtos e serviços já existentes, mas que não demandassem investimentos elevados, pois os recursos já se encontravam reduzidos e não poderiam ser muito diferentes daquilo que a empresa já tinha expertise de fabricação. Como estratégia, foi definido que a empresa Alfa se abria para cientistas e desenvolvedores para analisar cada projeto de modo, avaliando seu potencial, aplicabilidade, tamanho do investimento, perspectiva de retorno do investimento, impacto no cliente e impacto nos processos da própria empresa. Além de abrir a empresa para técnicos externos, a empresa Alfa mudou a forma de abordagem com os clientes de modo que, no final de cada atendimento, deveria ser feito a pergunta: O que seria um problema deles que poderia ter resolvido com uma solução simples e prática? Qual o custo para aplicação e quais perdas estariam relacionadas com a falta daquela solução?

Nos anos de 2017 e 2018 foram feitas várias visitas com este propósito, mais de vinte testes, com o mínimo de recursos possível para identificar produtos e serviços que se ajustassem às regras norteadas pelo planejamento estratégico. Foram escolhidas três tecnologias de todas analisadas e feito o caminho reverso no cliente com a pergunta: “Se esta solução para este problema estivesse no portfólio de produtos, você teria interesse em avaliar a solução? Todos os clientes responderam positivamente. Então, a empresa Alfa assinou contratos de parceria e resolveu investir

na fabricação de protótipos de equipamentos nas seguintes tecnologias para resolver os problemas apresentados.