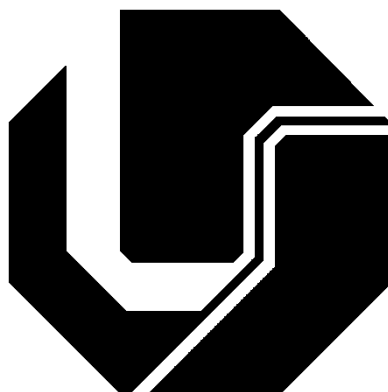


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES:
DIAGNÓSTICO INICIAL DOS RESÍDUOS

Kindlly Miranda Chang

Uberlândia – MG

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES:
DIAGNÓSTICO INICIAL DOS RESÍDUOS.**

Kindlly Miranda Chang

Monografia de graduação apresentada a Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Química.

Uberlândia – MG

2017

ATA DE DEFESA FINAL DA DISCIPLINA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Data da defesa: 14/12/2017
Discente: Kindlly Miranda Chang
Nº de matrícula: 11411EQU114

BANCA EXAMINADORA: Prof. (Orientador) Cícero Naves de Ávila Neto
Prof.^a Márcia Gonçalves Coelho
Prof. Ricardo Amâncio Malagoni

TÍTULO PROPOSTO:

Gestão ambiental na indústria de fertilizantes: diagnóstico inicial dos resíduos

SUGESTÕES APRESENTADAS PELA BANCA:

Local da apresentação: Sala 1K 224

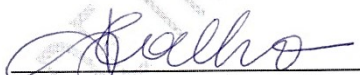
Horário de início: 11h00

Em sessão pública, após exposição de aproximadamente 17 minutos, a discente foi arguida oralmente pelos membros da banca, tendo obtido a seguinte nota final: 88%. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente Ata que é assinada pelos membros da banca e pela discente.

Uberlândia, 14 de dezembro de 2017

Assinatura dos componentes da Banca:

Assinatura da discente:



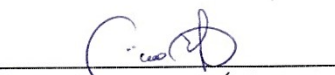
Prof. Márcia Gonçalves Coelho



Kindlly Miranda Chang



Prof. Ricardo Amâncio Malagoni



Prof. Cícero Naves de Ávila Neto

AGRADECIMENTOS

Talvez essa seja uma das partes mais difíceis de escrever, pois muitas pessoas passaram pela minha vida e contribuíram para que eu chegasse onde estou.

Agradeço primeiramente aos meus pais pelo apoio, confiança e por sempre acreditar que eu poderia chegar longe. Ao meu irmão pelos conselhos e por ser um exemplo para mim.

À minha segunda família Breno, Leandro e Raquel em Uberlândia. Foram muitos momentos juntos e não importa o que aconteça, juntos permaneceremos. Vocês foram o melhor presente que eu ganhei na Química Industrial.

Aos meus amigos Bruno, Beatriz, Marcella, Murilo, Ricardo, Larissa, Lorena por tornarem as dificuldades do curso mais leves, por todo o apoio e ajuda. Sem vocês com certeza a Engenharia Química não teria a mesma graça.

As minhas irmãs Laura e Marília que sempre estiveram ao meu lado mesmo com a minha ausência. Vocês me mostraram que não importa quanto tempo passe, se a amizade é verdadeira nada mudará.

Ao Wellington pelo companheirismo de muitos anos, pelas conversas diferentes, pelas ideias compartilhadas. Com certeza você foi um dos grandes responsáveis por eu ter chegado aqui.

À ConsultEQ, Empresa Júnior do curso, que foi a melhor experiência que passei, repleto de aprendizados e descobertas, e que me tornaram uma pessoa completamente diferente do que era. Se hoje eu tenho um propósito de vida, com certeza eu descobri a partir dessa experiência.

À Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de realizar este curso.

Ao meu orientador, Prof. Cícero Naves de Ávila Neto pelo incentivo e pela ajuda na realização deste trabalho e aos membros da banca examinadora pelas sugestões e críticas construtivas.

*“Let's take it easy
And celebrate the malleable reality
You see, nothing is ever as it seems
Yeah, this life is but a dream..”
Live High- Jason Mraz*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 2- SETOR DE FERTILIZANTES NO BRASIL	11
CAPÍTULO 3- INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES EM UBERLÂNDIA E REGIÃO.....	15
3.1 COMPLEXO DE MINÉRIO NA REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO.....	17
3.2 FERTILIZANTES TIPO NPK.....	18
3.3 FERTILIZANTES COM MICRONUTRIENTES	20
3.4 FERTILIZANTES FOLIARES	21
3.5 FERTILIZANTES ORGÂNICOS	21
CAPÍTULO 4- A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS	23
CAPÍTULO 5- DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DOS RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS DE FERTILIZANTES DE UBERLÂNDIA E REGIÃO	25
5.1 COMPLEXO DE EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS.....	25
5.2 INDUSTRIA DE FERTILIZANTES NPK E MICRONUTRIENTES.....	26
5.2.1 Resíduos Sólidos.....	26
5.2.2 Emissões Atmosféricas	27
5.2.3 Resíduos Líquidos.....	27
5.3 INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES FOLIARES	27
5.4- INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS E ORGANOMINERAIS.....	28
5.4.1 Compostagem	28
5.4.2 Fertilizantes Organominerais	28
CAPÍTULO 6- CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	30
6.1 CONCLUSÃO	30
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	31
Anexo 1- Questionário das ligações	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comparativo de fertilizantes entregues ao mercado, em milhões de toneladas, em 2015 (ANDA, 2017).	12
Figura 2: Produção nacional de fertilizantes no Brasil, em milhões de toneladas, nos anos de 2015, 2016 e 2017 (ANDA, 2017).....	13
Figura 3: Consumo de fertilizantes por região no Brasil, em 2010 (TAVARES; HARBELI, 2017).	14
Figura 4: Consumo de fertilizantes no Brasil por estado, em 2016 (Adaptado de AMA, 2017).	14
Figura 5: Capacidade produtiva de fertilizantes por estado brasileiro, em 2017 (INDI,2017).	15
Figura 6: Principais produtos produzidos em Uberlândia e região (BICALHO,2016).	16
Figura 7: Localização dos projetos e as plantas de operação dos fosfatados no Brasil (ANDA, 2011).	17
Figura 8: Esquema dos segmentos da produção de fertilizantes do tipo NPK (ANDA,2017).	19
Figura 9: Processo de adição de micronutrientes nos fertilizantes básicos (HERINGER, 2017).	20
Figura 10: Esquematização da compostagem industrial (IPT,2000)	22

RESUMO

No sentido de suprir a necessidade social e obter maior retorno econômico, o consumo de fertilizantes tem aumentado no decorrer do tempo, o que contribui com o fortalecimento deste setor industrial. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, os fertilizantes estão sendo aprimorados, o que torna as plantações mais adaptáveis às adversidades, como condições não favoráveis do solo e clima. Com isso, novas indústrias de fertilizantes são implementadas levando em consideração uma série de fatores como, por exemplo, custos de produção, disposição de matéria-prima, disponibilidade energética e mercado consumidor, fatores estes que tornam a região do Triângulo Mineiro muito favorável para este setor.

Entretanto, a indústria de fertilizantes possui atividades que podem causar impactos ambientais graves, tornando cada vez mais importante sua gestão ambiental. Desta forma, o objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é apresentar o diagnóstico dos resíduos das indústrias de fertilizantes de Uberlândia e região. Foram contatadas dezesseis empresas, das quais doze retornaram resultados positivos, possibilitando o mapeamento dos resíduos gerados de forma representativa.

O diagnóstico realizado foi feito em quatro etapas: i) listagem das empresas de fertilizantes de Uberlândia e região; ii) estudos dos processos e das empresas para melhor entendimento e obtenção de informações; iii) contato via telefone, internet e contato direto; iv) e reunião dos dados obtidos, em que foram selecionados os resíduos mais comuns das empresas de fertilizantes.

Dentre os resíduos identificados, destaca-se o fosfogesso devido a sua alta produção, obtido através do processo de obtenção do ácido fosfórico no setor de fertilizantes NPK e com micronutrientes. O fosfogesso possui alto pH, alto teor de fluoretos, sulfatos, e fosfatos totais, o que torna a gestão ambiental desse resíduo importante.

Como resíduo gasoso, há produção de gases fluoretos, a partir da produção de fertilizantes NPK e com micronutrientes; assim como a produção de gases anidrido carbônico, metano, sulfídrico, carbônico, e amônia, no processo de compostagem. A emissão desses gases na atmosfera é uma preocupação ambiental, e pode ser minimizado através da utilização de lavadores de gases.

Palavras chave: Fertilizantes, resíduos, diagnóstico.

ABSTRACT

In order to meet the social need and achieve greater economic return, the consumption of fertilizers has increased over time, which contributes to the strengthening of this industrial sector. With the development of new technologies, fertilizers are being improved, making plantations more adaptable to adversities, such as unfavorable soil conditions and climate. New fertilizer industries are implemented taking into account a number of factors, such as production costs, feedstock and energy availability, and consumer market, which make the Triângulo Mineiro region very favorable for this sector.

The fertilizer industry has activities that may lead serious environmental impacts, making its environmental management increasingly important. This work aims to present the diagnosis of waste from the fertilizer industries of the city of Uberlândia and region. Sixteen companies were contacted, of which twelve returned positive results, allowing the mapping of the generated waste in a representative manner.

The diagnosis was made in four stages: (i) listing of the fertilizer companies of the city of Uberlândia and region; (ii) studies of processes and companies for better understanding and extraction of information; (iii) contact via telephone and internet, and direct contact; (iv) and gathering the data obtained, in which the most common wastes from the fertilizer companies were selected.

Among the residues identified, the phosphogypsum stands out due to its high production, obtained through the process of obtaining phosphoric acid in the NPK fertilizer sector and with micronutrients. Phosphogypsum has a high pH, high content of fluorides, sulfates, and total phosphates, which makes the environmental management of this residue important.

As a gaseous residue, fluoride gases are produced from the production of NPK fertilizers and with micronutrients; as well as the production of carbon dioxide, methane, sulfuric, carbonic, and ammonia gases in the composting process. The emission of these gases into the atmosphere is an environmental concern, and can be minimized through the use of gas scrubbers.

Keywords: Fertilizers, residues, diagnostic.

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

Nos últimos 100 anos, a agricultura brasileira passou por grandes mudanças, visando obter aumentos na produtividade, para que pudesse sustentar o aumento populacional. Essas grandes mudanças só foram possíveis através de uma série de inovações tecnológicas que surgiram baseadas em pesquisas e estudo de técnicas apropriadas sobre a fertilidade do solo.

O solo é um recurso natural que possui elementos químicos responsáveis pela sobrevivência das plantas, como: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo, Enxofre, Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Manganês, Cobre, Zinco, Molibdênio, Boro e Cloro. A fertilidade do solo é o ramo da ciência que estuda a capacidade dos solos em suprir nutrientes de plantas. Com isso, é possível identificar quais elementos químicos estão em falta e que são necessários para o cultivo, bem como estudar técnicas de adequação do solo utilizando fertilizantes (CRUZ; PEREIRA; FIGUEREDO, 2017).

Fertilizantes são substâncias minerais ou não minerais, de origem natural ou sintética, que são capazes de fornecer às plantas nutrientes essenciais a seu desenvolvimento (BRASIL, 1982), proporcionando o aumento da produção agrícola.

Em razão das características do solo brasileiro, a aplicação de fertilizantes é normalmente acompanhada de outras medidas, como a correção da acidez do solo, que permitem melhorar a taxa de absorção dos nutrientes pela planta (CRUZ; PEREIRA; FIGUEREDO, 2017).

Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), cada tonelada de fertilizante mineral aplicado em um hectare, de acordo com princípios que permitem sua máxima eficiência, equivale à produção de quatro novos hectares sem adubação (LOPES; GUILHERME; 2009).

Os fertilizantes são divididos em não minerais, compostos por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), e os minerais, divididos em três grupos segundo o grau de importância e a quantidade necessária às plantas: macronutrientes primários, secundários; e os micronutrientes. Os macronutrientes primários são absorvidos em grandes quantidades pelas plantas, como: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), geralmente fornecidos às plantas na forma de misturas ou formulações, pertencentes ao grupo NPK (CRUZ; PEREIRA; FIGUEREDO, 2017).

Os macronutrientes secundários são absorvidos em menores quantidades pelas plantas, como: cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e enxofre (S); e já os micronutrientes são assim chamados por serem utilizados em quantidades menores pelo risco de contaminação do solo e aos vegetais, como: boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn), níquel (Ni) (CRUZ; PEREIRA; FIGUEREDO, 2017).

Devido à grande importância do uso de fertilizantes, tem-se como objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso o diagnóstico dos resíduos gerados nas indústrias de fertilizantes da região do Triângulo Mineiro, em seus principais segmentos. A base para esse trabalho se deu através do trabalho de conclusão de curso da aluna Bárbara Bicalho, no qual consistia nas perspectivas de gestão ambiental na indústria de fertilizantes na região de Uberlândia.

CAPÍTULO 2- SETOR DE FERTILIZANTES NO BRASIL

A agroindústria é um mercado em crescimento no mundo e um dos maiores responsáveis por movimentar a economia brasileira. Somente em 2016 foram entregues no mercado brasileiro 31,4 milhões de toneladas de fertilizantes de janeiro a novembro, representando uma ampliação de 4% em relação a 2015 (CRUZ; PEREIRA; FIGUEREDO, 2017).

Segundo Carlos Eduardo Florence, Diretor Executivo da Associação dos Misturadores de Adubo do Brasil (AMA), o consumo de fertilizantes está aumentando gradativamente, causando ganhos significativos na produção e na produtividade agrícola, não somente em termos de volume, mas principalmente em exigência de produtos mais sofisticados que exigem uma maior aplicação de fertilizantes (AMA, 2017).

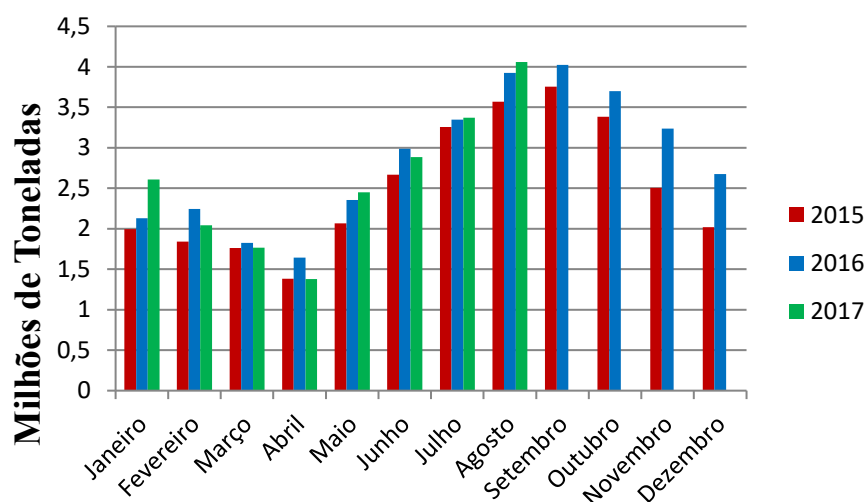
Em maio de 2017, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro calculado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), juntamente com a Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) teve crescimento de 0,36% (CEPEA, 2017) em relação à 2016.

A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) relatou em seu estudo que a demanda mundial de alimentos em 2022 deverá aumentar 20% sobre o consumo de 2012. Consequentemente, com o aumento da produtividade nas plantações a necessidade da utilização de fertilizantes aumenta (AMA, 2017).

De acordo com os principais indicadores de 2016 e 2017, do setor de fertilizantes no país disponibilizados pela ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, apresentados nas Figuras 1 e 2, o consumo de fertilizantes foi mais abrangente no segundo semestre, o que pode ser explicado pelo aspecto sazonal das plantações. Além disso, pode-se comprovar a intensidade do mercado de importação de fertilizantes no Brasil, já que cerca de 71,8% de todo fertilizante consumido, em 2016, foi importado e, somente 28,2% foi produzido no país.

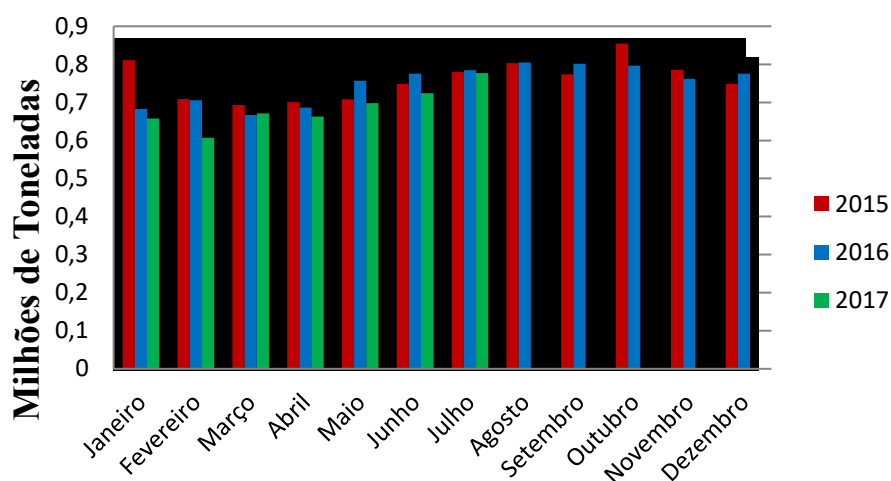
Os fertilizantes e intermediários seguem liderando a pauta de importação brasileira de produtos químicos. O país comprou US\$ 3.492.665 acumulados entre janeiro a junho de 2017, o que representa um expressivo aumento de 21,9% na comparação com os seis meses iniciais do ano passado, quando foram adquiridos US\$ 2.864.533 (ABISOLO, 2017).

Figura 1- Comparativo de fertilizantes entregue ao mercado, em milhões de toneladas, em 2015, 2016 e 2017.



Fonte: Adaptado de ANDA, 2017.

Figura 2- Produção nacional de fertilizantes no Brasil, em milhões de toneladas, nos anos de 2015, 2016 e 2017.



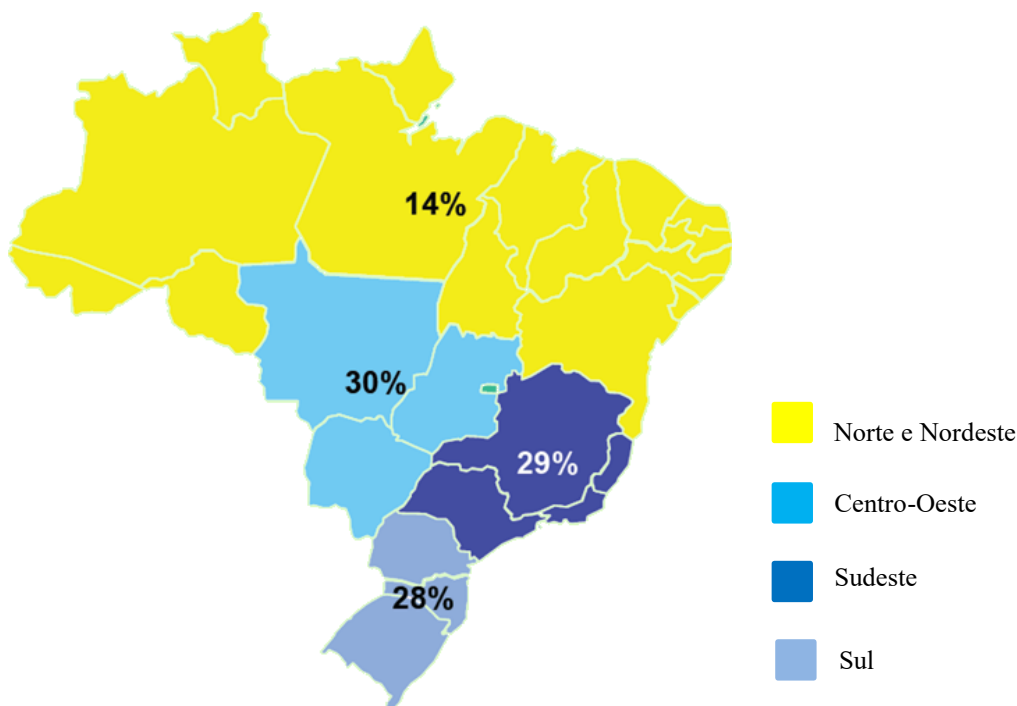
Fonte: Adaptado de ANDA, 2017.

De acordo com os indicadores fornecidos pela ANDA, houve um decréscimo do consumo e da produção de fertilizantes no Brasil de 0,2% e 5,1%, respectivamente, entre os anos de 2016 e até meados de julho de 2017. De acordo com os pesquisadores da equipe de Custos Agrícolas da Cepea, o menor patamar de preços dos fertilizantes reflete tanto as baixas no mercado internacional, quanto a redução da taxa cambial na comparação entre os períodos. Em maio, novas retrações nos preços dos adubos foram registradas atreladas às quedas internacionais (CEPEA, 2017).

A soja é a cultura que mais consome fertilizantes no Brasil, atingindo 35% do total entregue no País. Outras culturas, como milho, cana-de-açúcar, café e algodão totalizam 77% das vendas de fertilizantes no mercado brasileiro (TAVARES; HABERLI, 2017).

Quanto à segmentação por região brasileira, nota-se a grande representatividade da região Centro-Oeste, como mostrada na Figura 3.

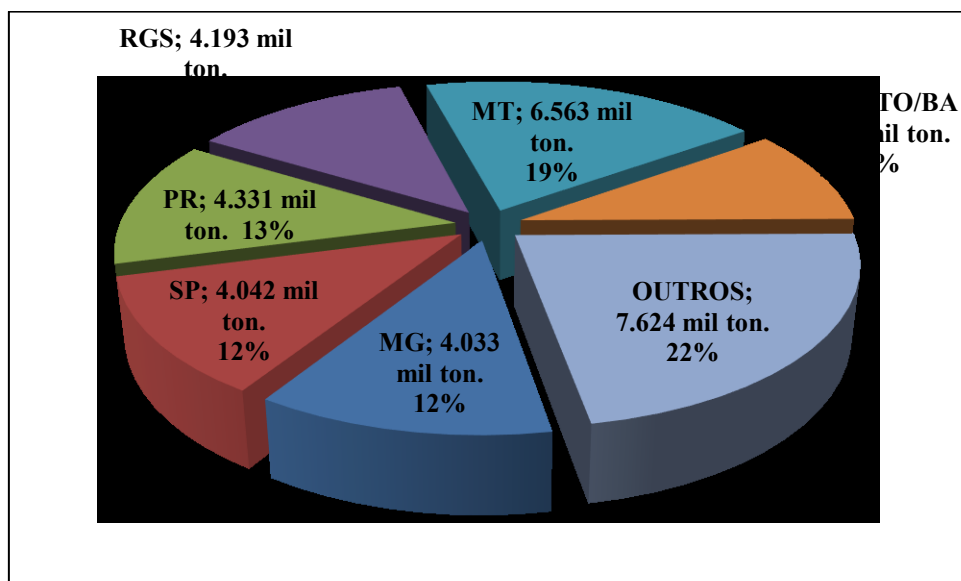
Figura 3- Consumo de Fertilizantes por Região no Brasil, em 2010.



Fonte: TAVARES; HABERLI, 2017.

A representatividade da região Centro-Oeste deve-se ao fato de o Estado do Mato Grosso ser o maior consumidor de fertilizantes do País, como mostrado na Figura 4. Trata-se do maior polo agrícola brasileiro, com altas taxas de produtividade e áreas disponíveis para crescimento, tanto em pastagem quanto abertura de novas áreas.

Figura 4- Consumo de Fertilizantes no Brasil por estado em 2016, em mil toneladas.



Fonte: Adaptado de AMA, 2017.

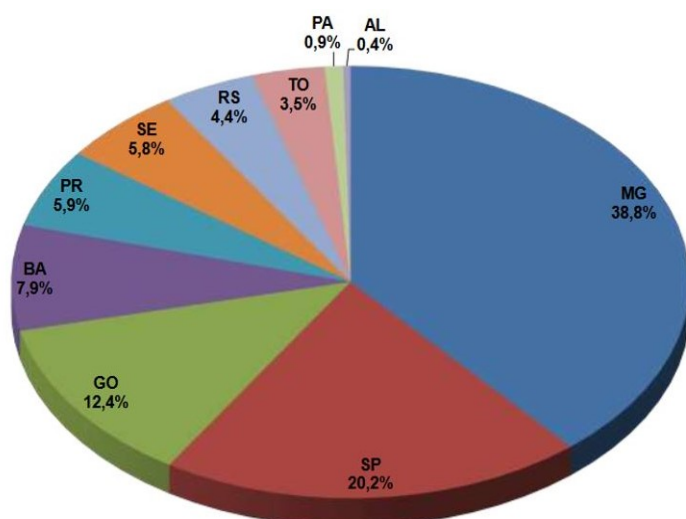
O Estado de Minas Gerais também apresentou uma alta representatividade no consumo de fertilizantes em 2016, sendo, portanto, uma região importante para o diagnóstico de resíduos das indústrias de fertilizantes.

CAPÍTULO 3- INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES EM UBERLÂNDIA E REGIÃO

A região do Triângulo Mineiro concentra um número considerável de indústrias químicas que se destacam na produção econômica de Minas Gerais. Dentre as empresas ligadas à química se destacam os produtores de fertilizantes, principalmente os fosfatados ou provenientes da rocha fosfática (INDI, 2017).

Minas Gerais concentra cerca de 38% da produção de fosfato no Brasil e possui 68% dessas reservas, sendo o estado brasileiro que apresenta a maior capacidade produtiva de fertilizantes. A região dos Triângulo apresenta diversos exemplos de empresas produtoras de matéria primas ou misturadoras que atendem as demandas das culturas produtivas de açúcar, café, laranja, soja e outras (INDI, 2017).

Figura 5- Capacidade produtiva de fertilizantes por estado brasileiro, em 2017.



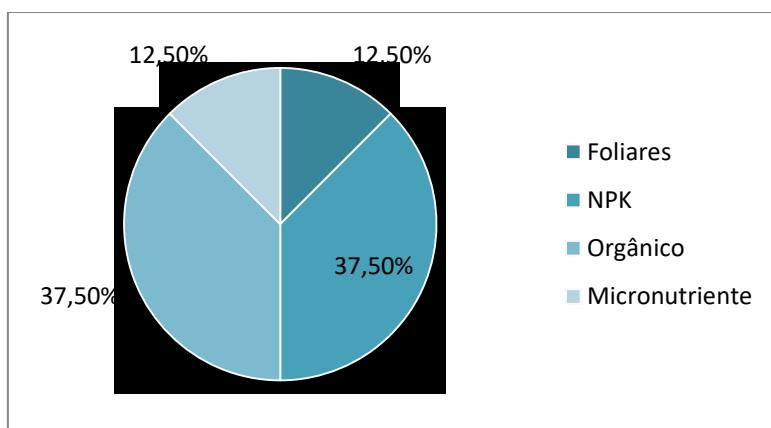
Fonte: INDI, 2017.

Existem grandes empresas que receberam auxílio da Agência de Promoção de Investimento e Comércio Exterior de Minas Gerais (INDI) para implantação, como Financial Management Control (FMC do Brasil), Ouro Fino Química, Vale Fertilizantes ou Yara Brasil, que se localizam em Uberaba, no Triângulo Sul. Esse município apresenta atrativos para indústrias químicas e possui perfil adequado para receber indústria de fertilizantes (INDI, 2017).

Nesse sentido, espera-se que a região do Triângulo venha ser contemplada com a implantação de mais empresas que possam ser fornecedoras de matérias primas para fertilizantes, como foram as tentativas feitas pela Unidade de Fertilizantes Nitrogenados da Petrobras em Uberaba e da Vale Fertilizantes em Patrocínio (INDI, 2017).

Segundo o levantamento realizado entre 16 empresas sediadas em Uberlândia, Araguari, Uberaba, Monte Carmelo e Patrocínio, os principais produtos produzidos nessa região são os fertilizantes do tipo NPK, foliares, orgânicos e fertilizantes com micronutrientes, como mostrado na Figura 6 (BICALHO, 2016).

Figura 6- Principais produtos produzidos em Uberlândia e região.



Fonte: BICALHO, 2016.

Com isso, esse trabalho focará nas indústrias de fertilizantes dessa região e seus principais segmentos.

O primeiro segmento primordial para a produção de fertilizantes é a atividade extrativa de minério, pois fornece as matérias-primas básicas para os fertilizantes sendo provenientes das rochas fosfáticas, enxofre, gás natural ou subprodutos das refinarias de petróleo e rochas potássicas.

3.1 COMPLEXO DE MINÉRIO NA REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO

As regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba concentram grande parte do complexo de minério de Minas Gerais se destacando pela extração de nióbio, fosfato, ferro e chumbo. A Figura 7, apresenta a localização dos complexos de minério na região do Triângulo Mineiro e localidades próximas. A alta concentração dessas unidades ressalta a grande importância que esta atividade representa na região.

Figura 7- Localização dos projetos e as plantas de operação dos fosfatados no Brasil.



Fonte: ANDA, 2011.

O complexo de mineração de Tapira é o maior produtor de rocha fosfática do Brasil, posicionando-se em 11º lugar entre as 200 maiores minas. O complexo mineroquímico de Catalão-GO, é a 29ª maior mina do Brasil incluindo a mina de minério fosfatado, usina de beneficiamento e concentração, mineroduto, terminal rodoferroviário e ainda, unidades de acidulação e granulação. Patos de Minas-MG possui uma mina de médio porte com capacidade de produção de concentrado de 0,15 milhão t/ano. Já o município de Patrocínio- MG possui a

capacidade de produção de 2 milhões de toneladas de concentrado, sendo reserva estimada de 100 anos. Em Araxá-MG, jazida do Barreiro, a Bunge Fertilizantes possui a terceira maior mina de rocha fosfática, posicionada em 40º lugar entre as 200 maiores. A capacidade da mina é de aproximadamente 500.000 t/ano de obtenção de concentrado (MME, 2009).

Pode-se perceber que há uma grande concentração de insumos para produção de fosfatados no Triângulo Mineiro e região, tornando-se uma região importante para a economia no setor de fertilizantes do Brasil.

3.2 FERTILIZANTES TIPO NPK

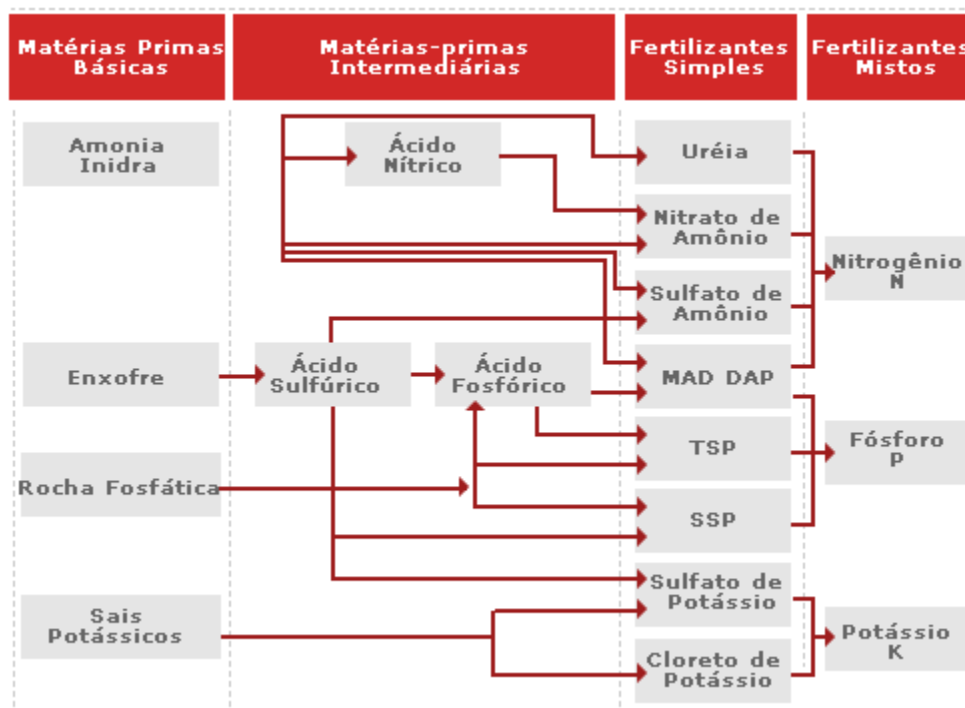
A produção de fertilizantes do tipo NPK se divide em três segmentos; fabricação de produtos químicos inorgânicos; indústria de fabricação de fertilizantes simples, e o segmento de misturas e formulações (MME, 2009).

O primeiro segmento consiste na produção de matérias primas básicas e intermediárias, como os ácidos sulfúrico e fosfórico e a amônia anidra. Em seu segundo segmento, as indústrias de fertilizantes simples produzem superfosfatos simples e triplo (SSP e TSP), fosfatos de amônio (MAP e DAP), nitrato e sulfato de amônio, uréia, e cloreto de potássio (MME, 2009).

O terceiro segmento industrial dessa cadeia é responsável pelo produto final, sendo misturas e formulações, produzidas pelas fábricas misturadoras, que realizam formulações (NPK), sejam elas em pó ou principalmente sob a forma de misturas granuladas (MME, 2009).

Um esquema dos quatros segmentos no processo de produção de NPK está representado na Figura 8.

Figura 8- Esquema dos segmentos da produção de fertilizantes do tipo NPK.



Fonte: ANDA, 2017.

Segundo o levantamento realizado pelo Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC) em 2015, o Triângulo Mineiro foi uma das regiões que mais impactou no setor de produção de fertilizantes NPK. Na Tabela 1 estão alguns dados levantados no estudo realizado.

Tabela 1- Levantamento da capacidade produtiva de fertilizantes em 2015 no Triângulo Mineiro e arredores (Catalão, Araxá, Tapira, Lagamar-MG).

Produto	Capacidade produtiva (mil ton/ano)	%
Rocha Fosfática	6.510,00	82,8
Ácido Fosfórico	1.089,00	66,8
Ácido Sulfúrico	3.876,00	54,9
Superfosfato Simples (SSP)	3.157,00	34,9
Superfosfato Triplo (TSP)	1.472,00	93,6
Fosfato de Monoamônio (MAP)	1.186,00	77,0

Fonte: Adaptado de DEPEC- Bradesco, 2017.

Portanto, é perceptível a importância que a região de Uberlândia possui no cenário de produção de fertilizantes do tipo NPK.

3.3 FERTILIZANTES COM MICRONUTRIENTES

Esses tipos de fertilizantes são formulados em diversas composições, entre elas contendo Boro, Cobalto, Cloro, Cobre, Ferro, Manganês, Molibdênio, Zinco, que são absorvidos em pequenas quantidades. Podem ser aplicados via solo, visando aumentar a concentração desses micronutrientes no solo, ou via foliar (ABISOLO, 2017b).

O processo industrial consiste basicamente na extração dos nutrientes requeridos a partir dos minerais naturais para a produção de soluções, sais, óxidos e carbonatos que são misturados aos fertilizantes básicos dependendo da necessidade (ABISOLO, 2017b).

São produzidos em indústrias misturadoras em que misturam ao fertilizante produzido determinados micronutrientes, processo descrito na Figura 9.

Figura 9- Processo de adição de micronutrientes nos fertilizantes básicos.



Fonte: HERINGER, 2017.

A região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do Sul de Minas concentram grande parte das misturadoras do Estado de Minas Gerais. Essa disposição é motivada pela proximidade do mercado consumidor e a facilidade de acesso aos fertilizantes básicos (TEXEIRA, 2010).

3.4 FERTILIZANTES FOLIARES

Os fertilizantes do tipo foliares consistem em micro e macronutrientes que são absorvidos pelas plantas através das folhas. Uma vantagem desse tipo de fertilizante é a possibilidade de obter resultados quase que imediatos após a aplicação, dando a possibilidade da correção de deficiências de nutrientes mesmo durante o crescimento. Quando há uma suspeita de pouca nutrição da planta, a adubação foliar auxilia para uma correção imediata (BRASQUÍMICA, 2017).

Os principais fertilizantes contendo macronutrientes primários (N, P, K) utilizados para adubação foliar são: ureia, MAP e cloreto de potássio purificado. Para macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e micronutrientes as fontes mais utilizadas são os cloretos, sulfatos e óxidos. São aplicadas na forma de caldas (SILVA; LOPES, 2011).

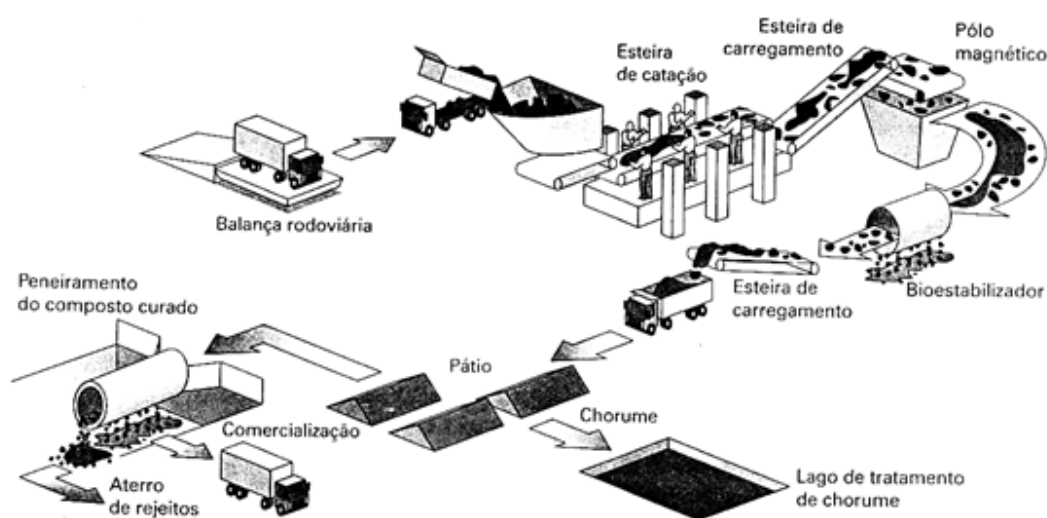
3.5 FERTILIZANTES ORGÂNICOS

A região de Uberlândia concentra um número considerável de indústrias de fertilizantes orgânicos. Esses tipos de fertilizantes são materiais de procedência vegetal ou animal, e podem ser obtidos através do processo de compostagem vegetal, cama de aviário, e de dejetos de animais. É comumente utilizado para fornecer nutrientes ao solo contribuindo para o melhor desenvolvimento das plantações, sem aditivos químicos (TERA, 2014).

Alguns fertilizantes orgânicos precisam ser mineralizados antes de serem aplicados ao solo, pois as plantas não absorvem esses compostos na forma orgânica. Esse tipo de fertilizante denomina-se fertilizante organominerais. Além de contribuir com a melhoria da fertilidade dos solos, aumentam a capacidade de retenção da água, e amenizam a variação de temperatura do solo (NUNES, J.L.S, 2016).

A compostagem é o processo biológico de decomposição e de reciclagem da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal formando um composto orgânico rico em nutrientes. Os resíduos são dispostos em pátios de compostagem cujo piso deve ser impermeabilizado com cimento ou asfalto ou apenas compactado, de modo que não haja mistura de solo com o composto durante o reviramento da leira de compostagem (NUNES, M.U.C, 2009). A Figura 9 representa uma esquematização do processo de compostagem em uma usina.

Figura 10- Esquematização da compostagem industrial.



Fonte: IPT, 2000.

A compostagem industrial é realizada a partir de diversas etapas, conforme mostrado na Figura 10. Primeiramente os rejeitos são pesados e encaminhados à esteira de catação, em que há a separação do material orgânico do inorgânico. O material orgânico é carregado através da esteira de carregamento até o separador balístico, em que há a retirada dos metais (NASCIMENTO, 2010).

Após esse processo, o material orgânico é destinado aos pátios nos quais ficam dispostos em pilhas chamadas leiras. Essas leiras são monitoradas de acordo com o pH, com a temperatura e com a aeração ideais para cada fase do processo. Quando pronto, esse material passa por peneiramento, em que retira-se todo material não orgânico e é destinado à comercialização. Para a compostagem acelerada, a matéria orgânica passa por bioestabilizadores para acelerarem o processo de decomposição (NASCIMENTO, 2010).

Cama de aviário é um processo de compostagem em que se utilizam os dejetos das aves. Esse tipo de fertilizante possui nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, zinco, cálcio, ferro, e

outros nutrientes, além da matéria orgânica. Segundo Walfrido Machado Albernaz, gerente da Empresa de Assistência e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater- MG), a cama de aviário deverá ser compostada utilizando-se aditivos biológicos e químicos, como fosfato, gesso, entre outros (EMBRAPA, 2015).

Somente na região de Uberlândia há uma produção em média de 90.000 ton/ano de cama de aviário, e 530.000 ton/ano de resíduos de criação de suínos, ou seja, possui um grande potencial de produção de fertilizantes orgânicos e organominerais (SAAB, 2009).

Portanto, é notável que a região de Uberlândia é muito impactada economicamente pelo setor de fertilizantes, porém, a grande concentração das indústrias de fertilizantes na região também causa sérios impactos negativos ao meio ambiente.

CAPÍTULO 4- A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Segundo a Lei 12.305, resíduos industriais são materiais gerados nos processos produtivos e instalações industriais (BRASIL,2010). São variáveis de acordo com cada tipo de indústria e se encontram na forma sólida, líquida e gasosa. Geralmente, os resíduos líquidos e gasosos são destinados ao ambiente através da dispersão nos rios e nos esgotos, e pelo ar, respectivamente. Já os resíduos sólidos são destinados a aterros e lixões, ou amontoados em depósitos (KRAEMER, 2005).

Os resíduos podem ser classificados de acordo com a norma ABNT NBR 10004 em resíduos Perigosos (Classe I), e Não Perigosos (Classe II). Por sua vez, os resíduos Não Perigosos podem ser divididos em Não Inertes (Classe II A) e os Inertes (Classe II B).

Para tratar a questão dos resíduos industriais, o Brasil possui legislação e normas específicas. A Constituição Brasileira em seu Artigo 225 dispõe sobre a proteção ao meio ambiente, em que enfatizam a preservação da diversidade e restauração dos processos ecológicos. A Lei 6.938/81, estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental. Já a Lei 6.803/80 dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição (KRAEMER, 2005).

Com o aumento populacional houve um aumento significativo da quantidade de resíduos produzidos gerando uma preocupação ambiental em relação à poluição do solo, das águas e também do ar se não tratados corretamente. Somente o Brasil produz anualmente em torno de 33 milhões de toneladas de resíduos industriais, dos quais 25 milhões de toneladas não tem tratamento adequado (MOTA; ALMEIDA, 2017).

A poluição do solo pode alterar suas características físico-químicas, representando uma séria ameaça à saúde pública além de tornar o ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças. A poluição da água pode alterar as características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos. Enquanto que a poluição do ar pode provocar a formação de gases naturais pela decomposição dos resíduos com e sem a presença de oxigênio no meio, originando riscos de migração de gás, explosões e até de doenças respiratórias (MOTA; ALMEIDA, 2017).

O tratamento incorreto dos resíduos não ocasiona somente problemas ambientais, mas também é notório o impacto econômico. A destinação irregular de resíduos industriais no Brasil gera perdas da ordem de R\$ 600 milhões ao ano aos cofres municipais. Em relação à quantidade de resíduos produzidos anualmente, os municípios deixam de arrecadar R\$ 150 por tonelada (SANEAMENTO AMBIENTAL, 2016).

A indústria de fertilizantes é um dos segmentos que mais geram impactos com a produção de resíduos. Os impactos são gerados logo no começo da cadeia com a atividade extrativa de minério. A mineração é uma das atividades que mais causam problemas na deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, na paisagem e na biodiversidade terrestre e aquática (CETEM, 2010).

Um sério impacto gerado é a eutrofização dos corpos d'água, fenômeno causado pelo excesso de algas no meio, sendo agravados com as atividades de lavra e beneficiamento. Esse excesso de algas ao entrarem em decomposição geram o crescimento do número de micro-organismos aeróbios e, conseqüentemente a escassez de oxigênio afetando assim a biodiversidade aquática (CETEM, 2010).

As fiscalizações periódicas realizadas pelos órgãos ambientais descrevem o processo de geração dos resíduos, caracterizando detalhadamente de forma a comprovar que é gerado em um processo industrial bem definido (matéria prima, tecnologia, concentração, dentre outros

parâmetros), garantindo que apresente possibilidade de segregação dentro do estabelecimento gerador e existência de controles no gerador e manipulador (MMA, 2017).

CAPÍTULO 5- DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DOS RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS DE FERTILIZANTES DE UBERLÂNDIA E REGIÃO

Para o diagnóstico dos resíduos das indústrias de fertilizantes na região de Uberlândia, foram contatadas 16 empresas localizadas em Uberlândia, Uberaba, Monte Carmelo, Patrocínio e Araguari. As 16 empresas estão segmentadas em: complexo de extração de minérios, indústria de fertilizantes do tipo NPK, micronutrientes, foliares e orgânicos.

O diagnóstico ocorreu em quatro etapas: i) procura por empresas de fertilizantes; ii) estudo do processo e da empresa para melhor extração de informações; iii) contato via telefone, internet e contato direto; iv) e reunião dos dados obtidos em que foram filtrados os resíduos mais comuns das empresas de contatadas.

Os dados obtidos através do contato das empresas foram baseados em um questionário apresentado no Anexo 1. As perguntas foram selecionadas de acordo com os segmentos das indústrias, e com o estudo dos processos de produção dos fertilizantes.

O retorno de dados foi obtido através de 12 empresas e estão separados por segmentos, apresentados nos próximos itens.

5.1 COMPLEXO DE EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS

A atividade de extração de minérios é uma das atividades que mais geram impactos ambientais. Dentre os resíduos mapeados da extração de minérios fosfatados estão a geração de material estéril; magnetita; rejeitos da unidade de concentração; líquidos provenientes da drenagem oleosa; lamas provenientes do processo de extração; e a geração de rejeitos do processo de flotação dos minérios (CETEM, 2010).

Para que o minério seja extraído, retira-se uma camada de material estéril com espessura de cerca de 30 a 40 metros. Estes materiais são estocados em pilhas causando impactos ambientais através da emissão de efluentes atmosféricos e líquidos contendo substâncias tóxicas

ou radioativas; alterações na paisagem; interferência na dinâmica e qualidade das águas superficiais; ruídos e vibrações (CETEM, 2010).

Além disso, a água bombeada do fundo da cava pode carrear contaminantes provenientes do minério ou das operações de lavra, como óleos e graxas provenientes de vazamentos de veículos e máquinas (CETEM, 2010).

Uma grande quantidade de lamas, rejeitos magnéticos e rejeitos de flotação são produzidos constituindo cerca de 85% da massa alimentada na usina de beneficiamento. Ou seja, para produzir os 1,6 milhões de t/ano de concentrado correspondentes à capacidade de produção seriam gerados mais de 9 milhões de t/ano de lamas e rejeitos. Os rejeitos magnéticos são dispostos em pilhas, e os demais são lançados em bacias de contenção, nas quais ocorre a sedimentação dos sólidos e a clarificação das águas, que são retomadas para utilização no processo (CETEM, 2010).

5.2 INDUSTRIA DE FERTILIZANTES NPK E MICRONUTRIENTES

Na região de Uberlândia há uma grande concentração de indústria de fertilizantes do tipo NPK e misturas de micronutrientes, consequentemente a produção de resíduos desse tipo de indústria é alta.

5.2.1 Resíduos Sólidos

Como resíduo diagnosticado destaca-se primeiramente o fosfogesso, sendo resultante do processo de obtenção do ácido fosfórico. Estima-se que, para cada tonelada de P_2O_5 , sejam produzidos de 4 a 5 toneladas de fosfogesso. É armazenado em pilhas que possuem alto pH, alto teor de fluoretos, sulfatos, e fosfatos totais, fazendo com o que o líquido liberado pela pilha seja altamente tóxico. Apesar da sua toxicidade, o fosfogesso é um resíduo que é destinado às indústrias secundárias servindo como matéria prima para a construção civil.

No processo de peneiramento, as partículas de fertilizantes fora da granulometria, também chamado de “overflow”, são um tipo de resíduo gerado e pode ser encaminhado aos moinhos para a diminuição de sua granulometria.

5.2.2 Emissões Atmosféricas

Na indústria de fertilizantes fosfatados a reação principal entre a polpa de rocha fosfática ultrafina e o ácido sulfúrico, é realizada em um misturador em que há a formação de gases contendo fluoretos, vapor d'água e material particulado. O processo de produção do Super Fosfato Triplo (TSP) é obtido através da reação entre o concentrado fosfático ultrafino úmido com os ácidos fosfórico e sulfúrico. Essa reação libera gases com a mesma composição dos gases gerados no processo de produção do Super Fosfato Simples (SSP). Esses tipos de resíduos podem ser lavados e reutilizados no processo. Para as indústrias que realizam o processo de lavagem dos gases há a formação de ácido fluorssilícico e sílica sólida (SiO_2), que é retirada por um filtro prensa (CETEM, 2010).

No processo de manuseio, formulação, mistura, peneiramento e transporte há a emissão de particulados causando grandes impactos ao ambiente e à saúde. As poeiras e os gases gerados podem ser tratados passando por um filtro manga, em que há a separação das partículas e os gases.

5.2.3 Resíduos Líquidos

Durante todo o processo de produção de fertilizantes há a geração de efluentes líquidos através da lavagem de equipamentos contendo ureia, nitratos, sulfato de amônio, e micronutrientes; assim como efluentes gerados no laboratório de qualidade. Nas oficinas são diagnosticados resíduos de drenagem oleosa provenientes do sistema aéreo de abastecimento de óleo diesel e lavador de máquinas.

5.3 INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES FOLIARES

No diagnóstico realizado não foram identificados resíduos no processo de produção de fertilizantes foliares. Os resíduos gerados são provenientes de embalagens, saco plásticos, tubetes de stretch, e resíduos sanitários.

5.4- INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS E ORGANOMINERAIS

5.4.1 Compostagem

A produção de fertilizantes orgânicos passa pelo processo de compostagem em que o material é convertido em matéria orgânica. Primeiramente, o material a ser compostado passa por um processo de separação em que são gerados resíduos sólidos como garrafas, plásticos, vidros, metais e outros materiais que não passam pela decomposição. Essa separação pode ser feita nas esteiras de catação. O material é disposto em leiras em que há o processo de mistura pelas composteiras, gerando resíduos particulados que são emitidos ao ambiente.

Na fase de aeração do processo há formação de gás anidrido carbônico através do aumento da temperatura. Pelo processo anaeróbico, há a geração de gases metano (CH_4) e sulfídrico (H_2S), ácidos orgânicos e mercaptanas. Gás carbônico (CO_2) e amônia (NH_3) também são gerados no processo de degradação dos sólidos voláteis, caracterizando assim os resíduos gasosos no processo de compostagem que são emitidos à atmosfera e raramente são controlados. O controle desses gases poderá ser realizado através da captação e de tratamentos corretos utilizando equipamentos adequados, como os lavadores de gases (NASCIMENTO,2010).

Ainda no processo de compostagem, há a formação de um resíduo líquido que sai do material disposto nas leiras, denominado líquido percolado. Em algumas indústrias esse líquido fica disposto nos pátios até a evaporação parcial, podendo contaminar o meio ambiente. Uma maneira mais correta de tratar esse tipo de resíduo é através do encaminhamento do líquido às lagoas de contenção para posterior tratamento.

5.4.2 Fertilizantes Organominerais

Os fertilizantes organominerais são produzidos através do processo de mistura de micronutrientes e minerais no fertilizante orgânico. É um processo simples, em que não há reação química, com isso os resíduos gerados são provenientes do peneiramento do fertilizante pela granulometria não adequada, e também a emissão de particulados nos misturadores.

Os principais resíduos diagnosticados neste trabalho apresentam-se na tabela 2.

Tabela 2- Principais resíduos diagnosticados.

Resíduos Diagnosticados			
Segmentos	Resíduos Sólidos	Resíduos Líquidos	Resíduos Gasosos
Complexo de Extração de Minérios	Material Estéril e Magnetita	Óleos, lamas e graxas	Material particulado
NPK e Micronutrientes	Fosfogesso	Efluentes com uréia, nitratos, sulfatos de amônio e micronutrientes	Gases Fluoretos, vapor d'água, material particulado
Folhares	Embalagens, sacos plásticos e tubetes de stretch	Efluentes sanitários	-
Organominerais	Garrafas, plásticos, vidros, metais	Ácidos orgânicos, líquido percolado	Gás anidrido carbônico, metano, sulfídrico, carbônico, amônia

Fonte: O autor, 2017.

CAPÍTULO 6- CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÃO

Os capítulos iniciais deste trabalho mostram uma breve abordagem do mercado de fertilizantes. Nota-se que o consumo de fertilizantes no Brasil aumenta com os anos devido à necessidade da agricultura e o aumento populacional, gerando assim um grande impacto ambiental, social e econômico.

O Sudeste é a segunda região com maior consumo, e o Estado de Minas Gerais é o estado com maior capacidade produtiva de fertilizantes, devido às grandes reservas de fosfato presentes. Com isso, há uma grande concentração das indústrias de fertilizantes na região de Uberlândia, com uma concentração das indústrias de fertilizantes do tipo NPK, com micronutrientes, fertilizantes foliares, orgânicos e organominerais; além de ser uma região com grande potencial para futuras empresas.

A partir destes seguimentos foram realizados estudos e o mapeamento dos resíduos produzidos que afetam o meio ambiente. Foram contatadas dezesseis empresas, em que doze retornaram dados verídicos possibilitando tal mapeamento.

Dentre os resíduos listados e abordados, destacam-se o fosfogesso; os resíduos gasosos no processo de compostagem; a emissão de particulados nos processos de peneiramento e mistura; e os resíduos líquidos provenientes das lavagens de equipamentos e na compostagem.

Os resíduos abordados não trazem somente uma preocupação ambiental e na saúde da sociedade, há também uma preocupação econômica. A destinação correta permite a reutilização do resíduo na empresa, gerando um ganho econômico, como o caso do fosfogesso, que é comercializado para indústria secundárias para a fabricação de materiais de construção civil.

Assim, a importância do diagnóstico dos resíduos torna-se grande, possibilitando a inserção de novos estudos e metodologias para a gestão ambiental levando em consideração aspectos ambientais, sociais e econômicos, base para a sustentabilidade.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As considerações apresentadas abrem novas reflexões que podem ser trabalhadas futuramente, como a gestão ambiental correta dos resíduos apresentados no diagnóstico.

Além disso, poderá ser realizado estudos sobre novas formas de reaproveitamento dos resíduos, ressaltando o impacto econômico e ambiental nas empresas, aproximando-as como parceiros da universidade.

Anexo 1- Questionário das ligações

Fertilizantes NPK e com micronutrientes

- 1- Como é o processo de mistura dos fertilizantes?
- 2- O processo de mistura é realizado onde? Quais equipamentos são utilizados?
- 3- No processo de mistura, o que vocês fazem com a geração de poeiras?
- 4- No processo de peneiramento, o que vocês fazem com o fertilizante fora da granulometria?
- 5- Quais tipos de resíduos são gerados no seu processo?
- 6- Vocês possuem algum sistema de captação de gases?
- 7- O que vocês fazem com a água de lavagem dos equipamentos?

Fertilizantes Foliares

- 8- Como é realizado a produção de fertilizantes foliares?
- 9- Quais tipos de resíduos são gerados nesse processo?
- 10- O que vocês fazem com a água de lavagem dos equipamentos?
- 11- O fertilizante produzido passa por análise nos laboratórios de qualidade?

Fertilizantes Orgânicos e Organominerais

- 12- Como é o processo de produção de fertilizantes na sua empresa?
- 13- Vocês recebem a matéria orgânica pronta, ou é realizada a compostagem?
- 14- O material que vocês recebem precisa de um pré tratamento antes da compostagem? Qual?
- 15- Geralmente, o material que vocês recebem contém materiais sólidos?
- 16- Como é realizada a compostagem?
- 17- As leiras são dispostas onde?
- 18- Possui algum sistema que recolhem os gases gerados no processo de compostagem?
- 19- O que vocês fazem com o líquido que saem das leiras? Possui algum tratamento específico?
- 20- Ao peneirar a matéria orgânica, o que vocês fazem com o material que não passa na peneira?
- 21- Como ocorre o processo de mistura de micronutrientes?
- 22- Onde é realizada essa mistura?
- 23- O que vocês fazem com a poeira gerada no processo?
- 24- O que vocês fazem com a água de lavagem dos equipamentos?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Normas Brasileiras 10004; 10005; 10007; e 14598. Rio de Janeiro. 2ª ed, 2004. Acesso em: 03 set. 2017.

ABISOLO. Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. Importação de químicos agro sobe 10,4%. Disponível em: <http://abisolo.com.br/noticia/Importacao-de-quimicos-agro-sobe-10-4> [2017a]. Acesso em 27 ago. 2017.

Matérias-primas para fertilizantes foliares. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/FERTILIZANTES-FOLIARES_ABISOLO.pdf [2017b]. Acesso em: 09 set. 2017.

AMA. Associação dos Misturadores de Adubo do Brasil. Desafios do setor brasileiro de fertilizantes e as perspectivas para 2016. Disponível em: <http://amabrasil.agr.br/web/fertilizantes-enregues-ao-consumidor-final-total-brasil/>. Acesso em 26 ago. 2017.

Portifólio de entregas de fertilizantes. Disponível em: <http://amabrasil.agr.br/web/portfolio-item/entregas-de-fertilizantes/>. Acesso em: 27 ago. 2017.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Arquivo de Planilhas Estatísticas de 2017. Disponível em : < http://www.anda.org.br/estatistica/Principais_Indicadores_2017.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2017.

Investimentos no Brasil, 2011. Disponível em: < <http://www.anda.org.br/multimidia/investimentos.pdf>>. Acesso em 24 set. 2017.

BICALHO, B.P. Perspectivas de Gestão Ambiental na Indústria de Fertilizantes na região de Uberlândia. Uberlândia, 2016. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRASIL. Decreto nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 15 jul. 2017.

Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010. Artigo 13, item I, subitem f. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

BRASQUÍMICA. O que são fertilizantes foliares, 2017. Disponível em: <
<http://brasquimica.ind.br/o-que-sao-fertilizantes-foliares/>>. Acesso em: 24 set. 2017.

CETEM. Centro de tecnologia mineral- Rio de Janeiro. Agrominerais para o Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/agrominerais/novolivro/cap6.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada- Esalq/USP. PIB do agronegócio. Disponível em: <
http://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Brasil_MAI_O.pdf>. Acesso em 27 ago. 2017.

CRUZ, A.C; PEREIRA,F.S; FIGUEREDO, V.S. Fertilizantes Organominerais de resíduos do Agronegócio: Avaliação do Potencial Econômico Brasileiro. Acesso em: 09 abr.2017.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. Sugestão Setorial a Indústria de Fertilizantes Micronutrientes para a resolução CONAMA. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1411/Doc_SugTextoResolConama_Anda.pdf
 . Acesso em: 20 out. 2017.

DEPEC- Bradesco. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. Fertilizantes, 2017. Disponível em: <
https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_fertilizantes.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cama de frango é uma alternativa de adubo orgânico, 2015. Disponível em: <
<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/cama-frango-uma-alternativa-adubo-organico-54458>>. Acesso em: 09 set. 2017.

HERINGER. Indústria de Fertilizantes S.A. Disponível em <
http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pti.asp?conta=45&tipo=29514&idioma=0>. Acesso em: 24 set. 2017.

INDI. Agência de Promoção de Investimento e Comércio Exterior de Minas Gerais. A força do Triângulo Mineiro. Disponível em: < <http://www.indi.mg.gov.br/a-forca-do-triangulo-mineiro/>>. Acessado em: 27 ago. 2017.

Setor químico no Triângulo Mineiro. Disponível em: <<http://www.indi.mg.gov.br/o-setor-quimico-no-triangulo-mineiro/>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2 ed. São Paulo – IPT/CEMPRE, 2000.

KRAEMER, M.E.P. A questão ambiental e os resíduos industriais, 2005. Disponível em < http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_25.pdf>. Acessado em 03 set. 2017.

LOPES, A.S; GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola, 2009. Fertilizantes agroindústria e sustentabilidade, capítulo 1. Acesso em: 09 abr.2017.

MME- Ministério de Minas e Energia. Relatório Técnico 75. Perfil dos fertilizantes NKP, 2009. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256652/P49_RT75_Perfil_dos_Fertilizantes_N-P-K.pdf/f2785733-90d1-46d5-a09e-62f94ca302ad>. Acesso em: 03 set.2017.

MOTA, J.C; ALMEIDA, M.M. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: Uma visão conceitual. Disponível em: < <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/21942/14313>>. Acesso em: 20 out.2017.

NASCIMENTO, A.B. Processamento de resíduos sólidos urbanos por compostagem. Assis, 2010. Disponível em < <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0711290077.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2017.

NUNES, J.L.S. Adubação Orgânica, 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---organicos_361468.html>. Acesso em: 09 set. 2017.

NUNES, M.U.C. Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade, 2009. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

SAAB, A.A. Rochas e minerais alternativos para fertilizantes. A questão dos dejetos suínos e cama de frango, 2009. Disponível em:

<<http://www.cetem.gov.br/agrominerais/documentos/oficina2/Apresentacao04.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2017.

SANEAMENTO AMBIENTAL. Estudo mostra que apenas 25% tem tratamento correto, 2016. Disponível em: < <http://www.sambiental.com.br/noticias/estudo-mostra-que-apenas-25-tem-tratamento-correto>>. Acesso em: 20 out.2017.

SILVA, D.R.G; LOPES, A.S. Princípios básicos para a formulação e mistura de fertilizantes. Lavras, 2011. Disponível em: < http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/10%20-%20Boletim_Fertilizantes.pdf>. Acesso em: 24 set. 2017.

TAVARES, M.F; HABERLI, C.J. O mercado de fertilizantes no Brasil e as influências mundiais. Disponível em: <<http://www.evef.com.br/artigos-e-noticias/agronegocio/338-o-mercado-de-fertilizantes-no-brasil-e-as-influencias-mundiais>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

TERA Ambiental. Fertilizante Orgânico Composto: Benefícios e Formas de Aplicação, 2014. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/371369/fertilizante-org-nico-composto-benef-cios-e-formas-de-aplica-o>>. Acesso em: 09 set. 2017.

TEXEIRA, P.P.C. Mapeamento das unidades misturadoras de fertilizantes no estado no estado de Minas Gerais. Piracicaba, 2010. Disponível em: < <http://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2015/05/Mapeamento-das-unidades-misturadoras-de-fertilizantes-no-estado-no-estado-de-Minas-Gerais-TEIXEIRA-P.-P.-de-C..pdf>>. Acesso em: 24 set.2017.