

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Campus Jaraguá do Sul
Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado)

Letícia Pereira
Raisa Krazewsky
Sarha Beatriz Hernachi

DESTINO DADO AO RESÍDUOS
QUÍMICOS DAS EMPRESAS

Jaraguá do Sul, julho de 2012

Letícia Pereira
Raisa Krazewsky
Sarha Beatriz Hernachi

**DESTINO DADO AO RESÍDUOS
QUÍMICOS DAS EMPRESAS**

Trabalho de conclusão de pesquisa desenvolvido no eixo
formativo diversificado “Conectando os Saberes” do
Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do
Instituto Federal Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.
Orientador(a): Juliano Maritan Amâncio

Jaraguá do Sul, julho de 2012

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	4
2 DESENVOLVIMENTO.....	5
2.1 Resíduos.....	5
2.2 Consequências dos resíduos de corantes no ambiente e nos seres vivos.....	6
2.3 Legislações referentes aos resíduos.....	7
2.4 Realidade de uma indústria em Jaraguá do Sul.....	8
2.5 O profissional químico.....	13
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
4 REFERÊNCIAS.....	15
5 ANEXOS.....	16
5.1 Anexo A: Entrevistas.....	16
5.2 Anexo B: Esquemas do processo de tratamento fornecido pela empresa visitada.....	16
5.2.1 Esquema do processo de neutralização.....	17
5.2.2 Esquema do processo de tratamento biológico.....	17

INTRODUÇÃO

O tema da nossa pesquisa do projeto Conectando os Saberes é destino dado aos resíduos químicos nas indústrias, que vai de encontro com a Área de Interesse do projeto Conectando Saberes, Sociedade e Meio Ambiente. Como o tema era muito amplo, delimitamos o tema e pesquisamos apenas uma empresa do ramo têxtil no município de Jaraguá do Sul. A questão geral da nossa pesquisa era: Qual é o sistema de tratamento de resíduos utilizado pelas indústrias têxteis de Jaraguá do Sul, devido ao perigo que apresentam ao meio ambiente?

O objetivo geral da pesquisa é verificar se as empresas pesquisadas têm um sistema adequado de tratamento de resíduos; e como objetivos específicos: Identificar um resíduo químico comumente gerado na indústria têxtil; Verificar se as empresas estão dentro do padrão de proteção ambiental; Conhecer o trabalho de um técnico químico em relação ao descarte de resíduos químicos; Identificar as formas de descarte dos resíduos utilizados pelas indústrias pesquisadas. Todos os objetivos da nossa pesquisa foram atingidos, e serão discutidos no desenvolvimento.

Escolhemos esse tema devido ao fato de que o meio ambiente é o mais prejudicado com todo o desenvolvimento a partir do século XVIII, na Inglaterra, quando ocorreu a Revolução Industrial, onde a produção passou de manufatura à indústria mecânica. Nosso país é um polo industrial, e é referência no setor têxtil. Santa Catarina faz parte dos estados que se destacam em produção têxtil no Brasil, e Jaraguá do Sul desempenha função semelhante a nível estadual.

A Mata Atlântica, que ocupa 15% do território brasileiro, atualmente está reduzida a menos 7,91% de seu espaço original. Sendo assim, o que resta da Mata deve ser preservada para a conservação da biodiversidade e do equilíbrio ecológico. O setor têxtil é o que mais causa danos ao meio ambiente. E, para tomarmos conhecimento do que a indústria têxtil causa ao nosso meio ambiente, optamos por essa pesquisa. A pesquisa tem relevância ambiental, fato que deve ser levado em conta quanto ao desenvolvimento sustentável. A preocupação ambiental já é realidade em algumas empresas, e esperamos que já esteja em prática em nossa cidade.

Atualmente, não se pode pensar que uma indústria vá se desenvolver sem respeitar o meio ambiente, portanto, queremos conhecer os procedimentos utilizados por três empresas

de grande, médio e pequeno porte da cidade, quanto à destinação correta dos resíduos químicos gerados, ou para que não polua, agrida ou destrua o meio ambiente.

DESENVOLVIMENTO

2.1 Resíduos

Em qualquer empresa têxtil, são utilizados toneladas de corantes no processo de tingimento e estas substâncias sofrem hidrólise neste processo, o que impossibilita a reutilização do corante residual. Porém, ele pode ser inserido na cadeia produtiva novamente, mas para isso deve-se utilizar uma tecnologia de reestruturação da molécula do corante que é um processo economicamente inviável no momento, conforme informação do profissional durante a visita técnica (Entrevista em Anexo A).

Os resíduos utilizados em empresas têxteis são conhecidos como resíduos industriais, por serem diferentes dos resíduos domésticos, devido suas características químicas. Estes devem ter destino adequado, sendo proibido seu descarte no ambiente sem algum tipo de tratamento, de acordo com a Norma Regulamentadora 25 e com a NBR 11.174/90, que são as legislações pesquisadas que tratam de resíduos industriais.

Os efluentes provenientes da indústria pesquisada são tratados e constituem o Lodo Ativado que tem caráter sólido. Os resíduos industriais podem ser classificados como perigosos e não perigosos, e dentre esses como inertes e não inertes.

♦ Resíduos perigosos (Classe I): São resíduos que apresentam periculosidade, e as seguintes características:

1. Inflamabilidade (capacidade de produzir fogo ou estimular a combustão em outros materiais)
2. Corrosividade (possui pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5, em solução aquosa ou não);
3. Reatividade (reagir violentamente com a água, gerar gases ou vapores tóxicos que podem provocar danos aos seres vivos, quando misturados com água);
4. Toxicidade (apresentar substâncias consideradas letais ao homem)
5. Patogenicidade (conter microrganismos patogênicos proteínas virais, ácido desoxirribonucléico (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos

geneticamente modificados, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais).

♦ Resíduos não-perigosos (Classe II): podem dividir-se em inertes e não-inertes.

1. Inertes: resíduos que, quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

2. Não-inertes: são resíduos que possuem propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, tornando-a imprópria para consumo.

De acordo com a informação do profissional químico que nos acompanhou na visita técnica, o lodo produzido na Estação de Tratamento de Efluente da indústria visitada é classificado como não-perigoso e inerte (classe 2A).

2.2 Consequências dos resíduos de corantes no ambiente e nos seres vivos.

Resíduos de corantes, se não forem bem tratados e descartados corretamente podem causar sérias consequências no meio ambiente e nos seres vivos em geral. Problemas como desequilíbrio no sistema aquático e na cadeia alimentar podem ser gerados com o descarte impróprio destes resíduos.

Os resíduos que saem das fábricas têxteis devem ter um tratamento específico antes de serem descartados, para que seja retirada toda ou a maior parte de moléculas de corante que há nela. Um dos principais motivos para que se deva realizar esse tratamento de resíduo é que os tratamentos de água convencionais não retiram o corante da água de modo que a deixa imprópria para o consumo, o que pode causar danos aos seres vivos do meio aquático ou os que a ingerirem.

Segundo Azevedo, 2010, quando descartado dissolvido em água não tratada no meio ambiente prejudica o ecossistema aquático, já que suas partículas impedem que a luz solar chegue aos seres vivos deste meio. Este problema é provocado por que as moléculas dos corantes possuem uma estrutura com alta absorção de radiação para a reflexão da cor.

Outro dano causado ao meio ambiente é a eutrofização (aumento de nitrogênio e fósforo na água), devido alguns corantes serem à base de nitrogênio e fósforo. Quando o há no meio aquático presença de matéria orgânica que contenha nitrogênio e fósforo em sua

composição, os microrganismos aquáticos se alimentam destas substâncias, e devido a este fato e a proliferação dos mesmos, precisam de maior quantidade de oxigênio, chamada DBO (Demanda bioquímica de oxigênio). Então, eles passam a consumir maior quantidade de oxigênio dissolvido na água, prejudicando os demais seres vivos aeróbicos aquáticos.

Como todos sabem, a água que consumimos deve estar livre de impurezas e substâncias tóxicas. Eis aqui mais um motivo para que resíduos das empresas têxteis sejam tratados de forma correta antes de serem liberados no meio ambiente, pois um descarte indevido dos resíduos de corante da indústria têxtil também provoca a desqualificação da água para o consumo. Essa desqualificação é causada especialmente pelos azocorantes, que além de serem resistentes aos tratamentos, seus subprodutos podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos, especialmente pela formação do aminoazobenzeno, formada pela sua degradação (PRADO 2003).

Além disso, alguns corantes com colorações verdes e azuis contêm metais pesados, que ao serem inseridos na cadeia alimentar ou ingeridos durante a descendação, ficam acumulados em no nosso organismo que não possui meios de excretá-los, e assim podem causar alterações no metabolismo.

2.3 Legislações Referentes aos Resíduos

As leis brasileiras que regem o destino de resíduos são abrangentes, mas não existem leis que esclareçam o destino de resíduos com corante especificamente, existem apenas as leis que classificam e designam o destino dos resíduos levando em consideração a classificação citada no tópico 2.1.

Conforme a NR – 25, as empresas devem buscar uma forma de diminuir a geração de resíduos, assim como devem destiná-los utilizando métodos e equipamentos supervisionados por órgãos competentes de fiscalização ambiental. Segundo esta mesma norma, os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser adequadamente coletados, acondicionados, armazenados, transportados, tratados e encaminhados à adequada disposição final pela empresa.

A Norma Brasileira de Resíduos Sólidos é datada de dois de agosto de 2010, e traz como primeiro princípio a prevenção e a precaução dos danos que os resíduos podem causar ao meio ambiente e à saúde, e tem como objetivo a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; e não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Esta Norma Brasileira traz os princípios do poluidor/pagador e do protetor/recebedor. O princípio “poluidor/pagador” é uma norma de direito ambiental que consiste em obrigar o poluidor a arcar com os custos da reparação do dano por ele causado ao meio ambiente. O princípio do protetor/recebedor tem como ideia central remunerar todo aquele que, deixou de explorar um recurso natural que era seu, em benefício do meio ambiente e da coletividade ou promoveu alguma coisa, também com o mesmo propósito.

Segundo o Art. 39, parágrafo 2, item III, cabe às pessoas jurídicas que operam resíduos perigosos adotar medidas destinadas a reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos sob sua responsabilidade, bem como a aperfeiçoar seu gerenciamento. Quanto à punição pra quem não cumprir a norma estabelecida, esta apresenta, no Art. 41, parágrafo único “Se, após descontaminação de sítio órfão realizada com recursos do Governo Federal ou de outro ente da Federação, forem identificados os responsáveis pela contaminação, estes ressarcirão integralmente o valor empregado ao poder público”.

Segundo a NBR 11174/90, os resíduos devem ser armazenados de forma que não altere sua classificação e de maneira que reduza o risco de danos ambientais. Os resíduos classe II (IIA e IIB) não devem ser armazenados acompanhado de resíduos perigosos, pois se houver mistura, resultará em resíduo perigoso. Segundo o item 5.3 desta norma “O armazenamento de resíduos inertes e não inertes pode ser realizado em contêineres e/ou tambores e em tanques e a granel”.

2.4 Realidade de uma Indústria de Jaraguá do Sul.

Ao realizarmos a visita técnica a uma indústria têxtil que utiliza o processo de tingimento, localizada em Jaraguá do Sul, pudemos observar desde a captação da água do Rio Jaraguá até a devolução desta água depois de passar pelo sistema de tratamento.

A empresa selecionada capta água do Rio Jaraguá, classificado como Classe II, segundo a Resolução 357 do CONAMA, para seus processos produtivos; e segundo a mesma regulamentação, a empresa deve devolver a água ao meio em condições adequadas. Quando a água é retirada do rio, ela passa por um processo convencional de tratamento que não utiliza a cloração, pois o cloro interfere no processo de tingimento. É retirado aproximadamente 200 m³/h de água, embora a capacidade de captação seja de 400 m³/h. Após a retirada da água, esta recebe adição de sulfato de alumínio [Al₂(SO₄)₃] e hidróxido de sódio (NaOH) para que o pH da água se estabilize entre 6,2 e 6,3 a para que formem flóculos que se decantam mais rapidamente (Imagem 1).

Após a adição destas substâncias, a água passa por um tanque de floculação (Imagem 2), onde as partículas de sujeira se juntam em um conjunto de lonas colocadas em paralelo e, por causa da gravidade, tendem a decantar e se depositar no fundo do tanque.



Imagem 1 – Adição de sulfato de alumínio $[Al_2(SO_4)_3]$ e hidróxido de sódio (NaOH).



Imagem 2 – Tanque de floculação

Em seguida, a água passa por um filtro que contém areia com granulometria diferente que tem o objetivo de reter as partículas suspensas que restam. O filtro é composto de cascalho, que retém as partículas maiores; areia grossa, que retém as partículas médias e areia fina, que pode reter as menores. Ao término deste processo, a água está apta à utilização na indústria.

O uso da água na fábrica se destina 90% para o setor de tinturaria, 5% para o processo de estamparia e outros 5% para atividades, como, cozinha, limpeza, jardinagem e demais funções. De toda a água utilizada, 90% retorna para o sistema de tratamento de efluente e 10% se perde na vaporização ou na jardinagem.

Na estação de tratamento de efluentes, chegam cerca de 190 m³ de água residuária por hora. A água utilizada na tinturaria que possui temperatura maior que as demais sempre se apresenta com colorações diferentes de acordo com os corantes utilizados no processo. Este processo envolve de 80 a 100 tipos de corantes, que são de três tipos principais: reativos, para a coloração do algodão; ácidos, para o tingimento das poliamidas e os dispersos, que são utilizados para o tingimento do poliéster.

Os corantes utilizados por esta empresa são corantes orgânicos e possuem uma estrutura básica ligada a um cromóforo específico (que dá uma determinada cor). Em especial,

os corantes com colorações azuis e verdes-claro possuem um metal pesado no cromóforo, o que pode prejudicar mais ainda o ambiente.

Na primeira etapa do processo de tratamento, todos os resíduos, que estão líquidos, vão para um tanque de retenção (Imagem 3), onde a água que retorna da empresa é homogenizada (ver Anexo B). Esta etapa dura cerca de dezoito horas.



Imagem. 3 – Tanque de retenção

Na segunda etapa, o efluente vai para um tanque de tratamento biológico (Imagem 4), onde há bactérias e protozoários que se alimentam de matéria orgânica, portanto degradam o corante e removem cerca de 60% de cor da água. Também há a eliminação de nitrogênio e fósforo, que previne problemas ambientais (ver Anexo B). Neste tanque há a adição de um polímero descolorante que remove mais 20% da cor, este processo dura cerca de cinquenta e cinco horas. Neste mesmo tanque, também chega o chorume do aterro industrial da empresa. O aterro fica a 1,8 km da estação de tratamento e na época de chuva produz relevante quantidade de chorume.

No terceiro tanque (Imagem 5) do processo, ocorre a decantação. Nesta fase, a água não sofre movimentação e é formado um lodo que se deposita no fundo do tanque, e a água que fica em cima é retirada e já está apta a voltar ao rio nas mesmas condições que foi tirada.



Imagem. 4 – Tanque de tratamento biológico.



Imagem 5 – Tanque de decantação

O lodo ativado, como é chamado, é transportado através de bombas para uma centrífuga (Imagem 6), onde é retirada mais uma parte da água, que volta para o tratamento.

A parte sólida deste material, o lodo adensado, pode ser reaproveitada, mais a tecnologia para a reaproveituação deste material é cara, por isso ainda não foi aderida pela empresa. Após o resíduo sólido ser separado da água, que é depositado em caçambas (Imagem 7) de quatro toneladas, ele vai para o aterro industrial da própria empresa.



Imagem 6 – Centrífuga



Imagem. 7 – Caçamba onde é depositado o lodo

A empresa gera cerca de dezesseis toneladas por dia de resíduo. Nas últimas análises feitas na empresa, o resíduo contém metais pesados, mas estes não mudam a classificação do resíduo como não inerte. Há planos de diminuição de geração de resíduos, que vai desde a conscientização dos funcionários até a troca de matéria prima. Quando questionado sobre a

legislação sobre corantes que a empresa segue, o profissional responsável nos respondeu que, como no Brasil não há leis vigentes especificamente sobre resíduo de corante, eles tem como base duas leis internacionais, que são a OECOTEX, que diz respeito às boas práticas e a ETAD. A empresa é licenciada pela FATMA e tem fiscalização constante da FUJAMA.

2.5 O Profissional Químico

Na visita técnica, fomos recepcionados e acompanhados por um Engenheiro Químico, que descreveu suas funções e responsabilidades na empresa e no processo de descarte de resíduos. O profissional entrevistado possui total responsabilidade quanto ao processo de tratamento e o uso da água em toda a empresa, e também tem liberdade de sugerir inovações de processos industriais, embora, nesta empresa, o responsável técnico químico seja o dono da empresa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, podemos concluir que deve haver fiscalização de órgãos ambientais, pois o resíduo gerado pela indústria têxtil pode causar sérios danos ambientais e também a saúde dos seres humanos. A indústria jaraguaense pesquisada possui uma conduta correta em relação aos resíduos gerados, pois os trata e os armazenam de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a NBR 11174 e outras normas, o que gera uma melhora na qualidade de vida do ambiente em geral.

Respondemos nosso objetivo geral, embora não podemos tirar conclusões sobre os processos das outras indústrias, já que o prazo do cronograma proposto não possibilitava a visita a outras indústrias. Quanto aos objetivos específicos, eles foram respondidos, pois verificamos que o resíduo mais gerado é o resíduo que contém corante, já que 90% da água que volta para o tratamento da empresa é proveniente do setor de tinturaria.

O trabalho do técnico químico não pode ser verificado, pois na visita técnica não tivemos conhecimento destes profissionais atuando na empresa, mas verificamos as responsabilidades de um engenheiro químico quanto ao processo de geração e tratamento de resíduos. Este profissional é totalmente responsável pelo que envolve ambiente e a empresa.

Como a indústria pesquisada possui um sistema de descarte adequado para o resíduo, podemos confirmar a hipótese que a indústria jaraguaense destina corretamente seus resíduos, embora não possamos conhecer o trabalho de outras indústrias. Quanto a nocividade dos resíduos, podemos, através desta pesquisa, verificar que os resíduos deste setor industrial causam sérios danos ambientais, como a eutrofização.

Esses resíduos podem ser reaproveitados, mas devido a tecnologia avançada utilizada, este processo se torna economicamente inviável para a empresa. Isso se deve ao conceito do capitalismo, que só é viável se tornar lucros a empresa e não leva em consideração o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ◆ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ◆ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174: Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes**. Rio de Janeiro, 1990.
- ◆ BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**.
- ◆ OLÍMPIO, Daniela. **Seus Direitos – Princípio do poluidor-pagador**. 19/07/2007. Disponível em <<http://www.acessa.com/consumidor/arquivo/vocesabia/2007/07/19-daniela/>> Acesso em: 27 mai 2012.
- ◆ SITÔNIO, Aleksandro Cavalcanti. **Princípio do protetor-recebedor na lei de resíduos sólidos**. 6/11/2010. Disponível em <<http://www.observatorioeco.com.br/principio-do-protetor-recebedor-na-lei-de-residuos-solidos/>> Acesso em: 27 mai 2012.
- ◆ AZEVEDO, João. **Poluição Pela Indústria Têxtil**. 2010. Gestão Ambiental e Ordenamento do Território.
- ◆ SALVADOR, Érica de Liandra. **Desdobrando características e propriedades apresentadas por azocorantes e sua utilização na fabricação de filmes nanoestruturados com aplicações ópticas**. Monografia – Faculdades Oswaldo Cruz. São Paulo: 2010. 73 f. Disponível em: <<http://infinito-e-diverso-els.blogspot.com/2011/01/tcc-desdobrando-caracteristicas-e.html>>. Acesso em 26 mai 2012.
- ◆ GUARATINI, Cláida C. I. e ZANONI, Maria Volnice B. **Corantes Têxteis**. 7/10/98. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n1/2146.pdf>> Acesso em: 27/05/2012
- ◆ NORMA REGULAMENTADORA. NR-25 Resíduos Industriais. Guia trabalhista. Acesso em: 26/05/2012

ANEXOS

5.1 Anexo A:

Entrevistas

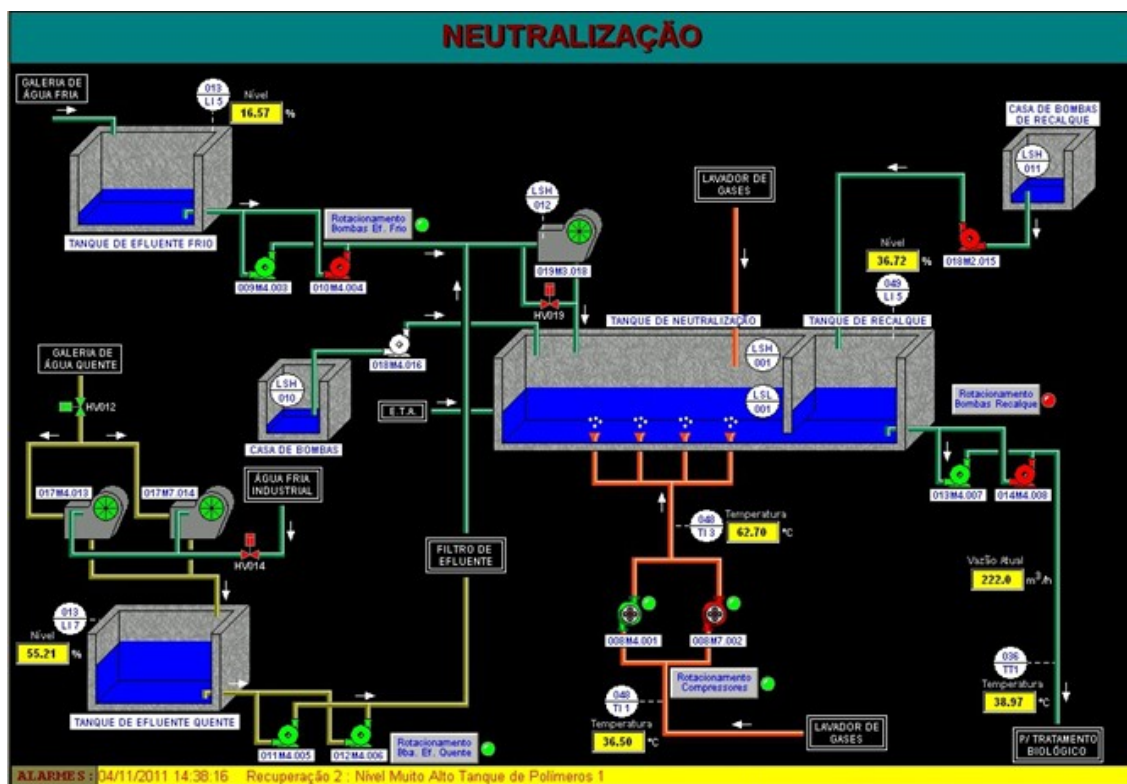
Entrevista aplicada sobre a empresa pesquisada

- A empresa possui uma licença ambiental?
- Para onde a empresa destina e o que é feito com os resíduos gerados?
- Em qual legislação esta empresa se baseia para que possa continuar com seus processos?
- Quanto de resíduos é gerado por dia/mês/ano?
- Há alguma fiscalização frequente de algum órgão ambiental nesta empresa? Qual órgão?
- Esta empresa possui algum programa que visa diminuir a produção de resíduos?
- Qual o corante mais utilizado nesta empresa e qual sua classificação quanto a sua periculosidade?

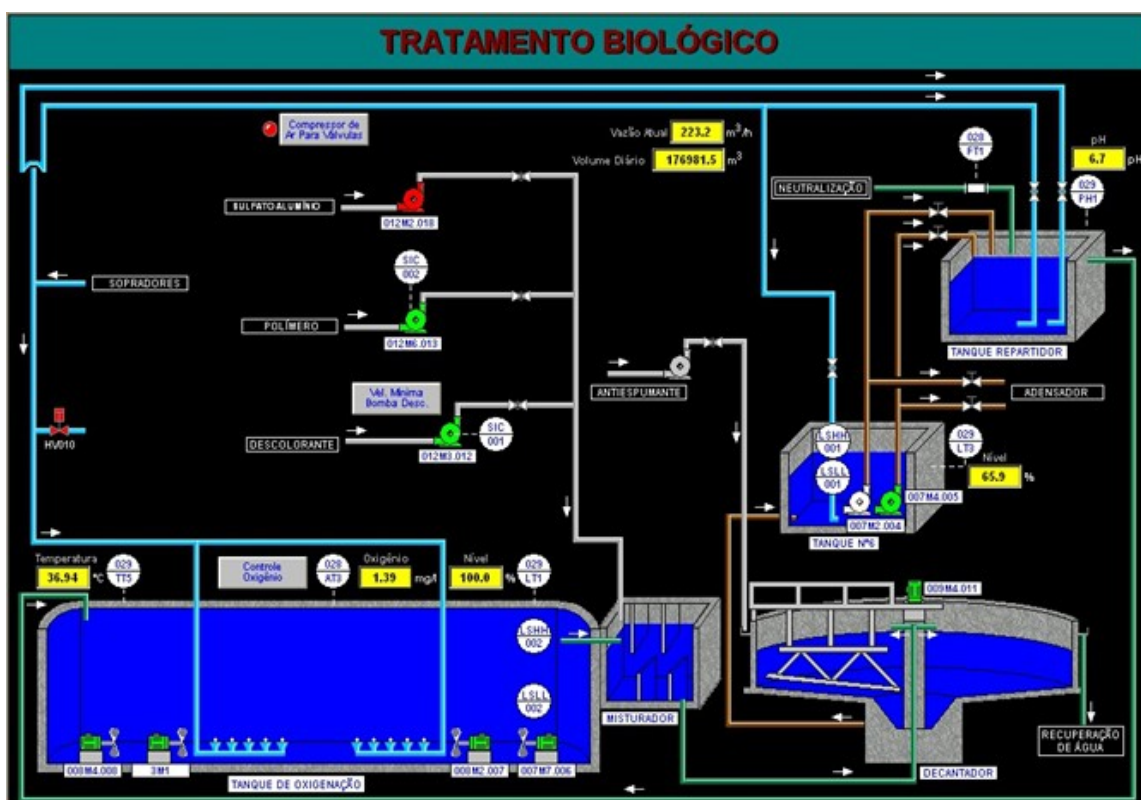
Entrevista aplicada a responsável químico sobre seu trabalho

- Qual sua participação no processo de tratamento de resíduos?
- Quais outras funções você desempenha nesta empresa?
- Qual são suas responsabilidades dentro da sua área de atuação na empresa?
- Qual sua liberdade de sugerir inovações aos processos de tratamento?

5.2 Anexo B: Esquemas do processo de tratamento fornecido pela empresa visitada.



5.2.1 – Esquema do processo de neutralização



5.2.2 – Esquema do processo de tratamento biológico