

**LUIS FERNANDO JUNQUEIRA SILVA**

# **UTILIZAÇÃO DO MÉTODO KTL EM PINTURAS INDUSTRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Engenharia de São  
Carlos, da Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase  
em Sistemas de Energia e Automação.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marino de Oliveira Resende

São Carlos  
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E  
PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S586u

Silva, Luis Fernando Junqueira  
Utilização do método KTL em pinturas industriais. /  
Luis Fernando Junqueira Silva; orientador Marino de  
Oliveira Resende. -- São Carlos, 2012.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com  
ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de  
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,  
2012.

1. Tratamento de superfície. 2. Corrosão. 3. KTL. 4.  
Pintura industrial. I. Título.

# FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Luis Fernando Junqueira Silva

Título: "Utilização do Método KTL em Pinturas Industriais"

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado  
em 26/06/2012,

com NOTA nove ( 9 , 0 ), pela comissão julgadora:

Mariano de Oliveira Resende  
Prof. Dr. Mariano de Oliveira Resende (Orientador) - EESC/USP

Carlos Goldenberg  
Prof. Assistente Carlos Goldenberg - EESC/USP

Marcus Vinícius Estigoni  
M. Sc. Marcus Vinícius Estigoni - EESC/USP

Homero Schiabel  
Prof. Associado Homero Schiabel  
Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica  
EESC/USP

## **AGRADECIMENTOS**

Principalmente, a Deus e ao Senhor Jesus que são dignos da glória alcançada e sem ele nada disso seria possível.

À minha família, as mulheres da minha vida, minha namorada Tatiane, minha irmã Carolina, minha mãe Fernanda e minha avó Águeda pelo apoio durante a graduação.

Ao Professor Dr. Marino pela oportunidade deste trabalho, pela paciência e ajuda durante a orientação e por ser considerado um professor exemplo em seu ramo de ensino.

Ao Engenheiro André Luiz pela oportunidade, direcionamento e por tirar dúvidas dos métodos em pinturas industriais.

A todos meus amigos desta universidade, em especial a meus amigos da república Mão de Onze que se tornaram como membros da minha própria família.

À Universidade de São Paulo e à Escola de Engenharia de São Carlos pela infra-estrutura e qualidade de ensino oferecidos.



## RESUMO

Com o avanço da tecnologia houve também o avanço tecnológico do uso do metal com técnicas mais sofisticadas. Mesmo com o aumento do uso do metal na indústria, um dos problemas que encontramos é a corrosão. Para a solução desse problema, é preciso utilizar procedimentos para tratamento de superfície dos metais. A corrosão dos metais consiste no conjunto de reações químicas e eletroquímicas em meio corrosivo. Ocorre a corrosão quando o metal vai perdendo suas propriedades e se tornando em outra substância. O meio corrosivo pode ser o próprio ambiente, como também o solo, a água, o ar e a atmosfera. O produto dessa corrosão é a ferrugem, no qual a corrosão é superficial. As formas de combate são a metalização e a pintura. O zinco é o metal mais indicado para proteção. E os processos usados são a imersão a quente e galvanização. Ou ainda por eletrodeposição ou zincagem eletrolítica, fazendo um tratamento da superfície do metal. Antes de se fazer o tratamento dessa superfície, é necessário ocorrer um pré-tratamento para retirada de graxas e óleos, trincas e abrasivos de polimento. O pré-tratamento pode ser dividido em mecânico, como lixamento, jateamento, vibração e tamboreamento ou químico como desengraxamento e decapagem. Após o processo de pré-tratamento é preciso passar por um processo de secagem, ai sim depois ser pintado. A pintura tem a finalidade da peça tomar aparência atraente, auxilia na segurança industrial ,impermeabilização e diminuir a rugosidade. Um esquema geral de pintura consta nos seguintes passos: Inspeção e preparação da superfície, aplicação da tinta de fundo e aplicação da tinta de acabamento, coesão e adesão. A tinta é dividida em veículo, solvente, pigmentos e aditivos. A pintura pode ser uma pintura líquida, a pó eletrostático e KTL. Após o processo de pintura a peça passa por uma estufa de polimerização, o processo pode ser estacionário, contínuo, utilizando monovias manuais, transportadores terrestres e transportadores aéreos. Para isso é necessário definirmos um projeto do sistema levando em conta tamanho da peça, produção esperada, dimensionamento da cabine e custos envolvidos. Após processos de pintura a peça ou o produto passa por severas normas técnicas de controle de qualidade, para isso precisamos fazer ensaios mecânicos utilizando rugosímetros, e outros aparelhos, afim da medição de película de tinta. Além disso, depois do processo de pintura é necessário fazermos um tratamento dos efluentes envolvidos, para diminuirmos a agressividade ao meio ambiente.

**Palavras-chaves:** tratamento de superfície, corrosão, KTL, pintura industrial



## ABSTRACT

Along the ages the evolution of metal-handling technology has lead to more sophisticated techniques. Even with the increasing use of metal in industrial processes, one of the main problems faced is corrosion. To solve this issue, it is necessary to use metal surface treating procedures. The corrosion of metal consists in the chemical and electrochemical reactions that occur in corrosive environments. Corrosion occurs when the metal loses its properties and becomes another substance. The corrosive environment may be the environment itself, as well as the ground, the water, the air and the atmosphere. The result of this corrosion is rust, when corrosion is superficial. The way to counteract corrosion is painting the surface. Zinc is the most indicated metal for protection. And the processes used are immersion and galvanization. Or even by electro deposition or electrolytic zining, treating the surface of the metal. Before the surface's treatment, pre-treatment must take place to remove oils and lubricants, cracks and polishing abrasives. The pre-treatments may be divided as either mechanical, like sanding, blasting, vibration, and tumbling, or chemical, like degreasing and pickling. After the pre-treatment a drying process must take place before being painted. The painting has the finality of making the tool have a more attractive appearance, helps ensure industrial security, makes the tool waterproof and reduces friction. A normal painting process consists in the following steps: inspection and preparation of the surface, appliance of the base layer of paint, appliance of the final layer of paint, cohesion and adhesion. The paint is divided into vehicle, solvent, pigments and additives. The paint can be liquid paint, electrostatic dust or KLT. After the painting process the tool goes into a polymerization stove, this process may be stationary or continuous utilizing manual monorails, inland carriers and aerial carriers. For that it is necessary to define a project of the system considering the size of the tool, the expected production, the dimensions of the cabin and the total costs. After the painting process the tool or product goes through severe tests of quality control, for this we apply mechanical tests using roughness meters and other devices, in order to measure the roughness of the paint layer. Besides this, after the painting process it is necessary to have an effluent treatment in order to reduce environmental impacts.

**Key-words:** surfasse treatment, corrosion, KTL, industrial painting.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 CORROSÃO .....	13
2.1 Combate à corrosão .....	13
2.2 Como ocorre a corrosão.....	13
3 PREPARACAO DA SUPERFICIE .....	15
3.1 Lixamento .....	15
3.2 Jateamento .....	16
3.3 Vibração e tamboreamento.....	16
3.4 Banhos químicos - Decapagem .....	17
3.5 Banhos químicos – desengraxamento .....	18
3.6 Fosfatização .....	20
3.7 Metalização.....	21
4 TINTA .....	23
5 PINTURA .....	25
5.1 Pintura - imersão.....	26
6 CONTROLE DE QUALIDADE .....	29
6.1 Controle de qualidade de tratamento de superfícies .....	29
6.2 Avaliação do pré-tratamento .....	29
6.3 Controle dos banhos desengraxantes .....	30
6.4 Controle dos banhos decapantes.....	30
6.5 Controle de qualidade do produto final .....	30
7 TRATAMENTO DE EFLUENTES .....	33
8 KTL .....	35
8.1 Projeto Industria A .....	35
8.1.1 Principais Componentes .....	35
8.1.2 Transportador .....	42
8.1.3 Estufa .....	42
9 METODOLOGIA.....	43
10 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS .....	61



## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia houve o avanço tecnológico do uso do metal com técnicas mais sofisticadas. Mesmo com este aumento, um dos problemas que encontramos é a corrosão. Para a solução desse problema, é preciso utilizar procedimentos para tratamento de superfície dos metais.

Será abordado como ocorre e o combate à corrosão dos metais. Serão descritas também os métodos de preparação da superfície que ocorre pelos processos mecânicos, destacando-se o lixamento, o jateamento, vibração e tamboreamento, e os processos químicos, como o desengraxamento e a decapagem.

As tintas são descritas de acordo com seus componentes, como óleos e resinas, a sua nomenclatura, composição química e classificação. A importância da pintura, como meio de proteção aos materiais, é explicada através dos procedimentos de aplicação mais usuais na indústria.

Numa indústria o controle de qualidade é de relevância dentro dos processos de fabricação, pelos quais eles são responsáveis pela fiscalização das normas estabelecidas, relatando-se os tipos de ensaios industriais mais utilizados em processos de pintura.

O meio ambiente, de qualquer forma sofre com os procedimentos usados na indústria, dessa forma, serão descritos os principais poluidores derivados de sistemas de tratamento de superfícies e o tratamento desses efluentes.

O método KTL será abordado, pois foi o estudo de caso utilizado neste trabalho.

Finalizando, com a metodologia utilizada através dos diagramas unifilares e layout que exemplificam o método.

O objetivo do Trabalho é definir as etapas de um processo de pintura industrial, explicando cada passo e as normas envolvidas. Definindo tintas, tecnologias envolvidas, aparelhos de medição, pré-tratamento, tratamento de efluentes, finalizando o trabalho com um estudo de caso feito em uma grande indústria com fotos, relatório de dados, desenhos técnicos, diagramas elétricos, mecânicos e conclusão.



## 2 CORROSÃO

A corrosão é caracterizada como a destruição dos metais através de suas reações químicas e eletroquímicas em um meio corrosivo. Um metal está em processo de corrosão quando ele vai perdendo suas propriedades e se transformando em outra substância conhecida como o produto da corrosão.

O aço quando sofre corrosão, vai se transformando em ferrugem, óxido de ferro. É necessário evitar ou, no mínimo, controlar as reações químicas e eletroquímicas dos metais. Caso contrário, eles se estragam ou se tornam inutilizáveis. O meio corrosivo pode ser o próprio ambiente em que se encontra o metal. O solo, a água e atmosfera tendem a provocar a corrosão dos metais.

Essa corrosão pode ser uniforme quando ocorre de forma generalizada ou superficial como o caso do ferro que fica com cor marrom avermelhada em toda superfície caracterizando a ferrugem. O aço é um dos metais mais utilizados na indústria por possuir propriedades adequadas a muitas aplicações, porém não escapa também do processo de corrosão e precisa ser tratado.

### 2.1 Como ocorre a corrosão

Ao ser resfriado, as partículas de sua estrutura se agrupam em arranjos ordenados, formando cristais. O ferro obtido pelo processo metalúrgico possui impurezas, as quais permanecem no interior da massa que está se solidificando. Essas impurezas se distribuem entre os cristais e ocasionam alterações no metal obtido, principalmente em sua superfície.

Com essas modificações, surgem, na superfície do metal, regiões com cargas elétricas positivas e negativas. A presença de um eletrólito, solução capaz de conduzir corrente elétrica, é suficiente para iniciar o processo corrosivo no metal.

Na atmosfera, a umidade e os gases apresentam eletrólitos capazes de iniciar esse processo. Para diminuir ou impedir esse processo são utilizados técnicas de metalização e pintura.

### 2.2 Combate à corrosão

Uma das formas de combater a corrosão consiste em evitar o contato do metal com o meio corrosivo através do recobrimento do metal. Esse recobrimento é feito por meio da metalização e da pintura. O zinco é o metal mais indicado e mais utilizado para proteger o aço contra a corrosão. Essa proteção é feita por imersão a quente ou galvanização. Outra técnica é a utilização de corrente elétrica, conhecida como eletrodeposição. (RIBBE, 1971).



### **3 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE**

Os metais são utilizados pelo homem desde o início da civilização. Com o avanço da tecnologia eles foram cada vez mais introduzidos na vida do homem e também da indústria em geral.

Um dos problemas que foi encontrado com a utilização desses metais em processos de fabricação e também na criação de produtos foi a corrosão. Para solucionar esse problema o metal precisa de um tratamento de superfície .

Um dos fatores de maior importância para o bom desempenho da pintura é o preparo da superfície. Preparar a superfície do aço significa executar operações que permitam obter limpeza e rugosidade. A limpeza elimina os materiais estranhos, como contaminantes, oxidações e tintas mal aderidas, que poderiam prejudicar a aderência da nova tinta. A rugosidade aumenta a superfície de contato e também ajuda a melhorar esta aderência (PICON, 2009).

Os processos para a obtenção da limpeza e da rugosidade são vários podendo ser mecânicos, destacando-se o lixamento, o jateamento, vibração e tamboreamento ou químicos, o desengraxamento e a decapagem.

#### **3.1 Lixamento**

No lixamento, a superfície metálica da peça é desgastada até que desapareçam todos os buracos e riscos. A lixa é o instrumento básico do lixamento, o lixamento pode ser feito manualmente ou automático.

O lixamento automático utiliza a máquina lixadeira garantindo um atrito constante entre a lixa e o metal. A máquina lixadeira é usada quando é apresentado um defeito grande, onde o lixamento manual não pode corrigir e obter um bom resultado para o processo futuro de pintura.

A lixa possui três partes principais: grãos abrasivos ou abrasivos costado, cola e resina. O que diferencia os diferentes modelos de lixa são os tamanhos de seus grãos. Exemplos de lixas comerciais:

- Lixa de grana 80
- Lixa de grana 120
- Lixa de grana 220

Quanto maior o número, menor é o tamanho do grão e mais fina é a lixa. Quanto menor o número, maior é o grão e mais grossa é a lixa. A troca de lixas no processo de pré-tratamento tem que seguir uma ordem. Primeiro é usada lixas mais grossas para diminuir riscos e imperfeições das peças. Trocando para lixas de granas maiores, ou seja, lixas mais fina.

Pode ser que após o lixamento a peça não esteja ainda lisa para receber pintura, por isso é preciso aplicar a escovação e o polimento. Para polir a peça é utilizada a politriz. Aplica-se a massa de polimento e a superfície do metal fica espelhada ao passar pela politriz.

### **3.2 Jateamento**

A limpeza por jateamento abrasivo pode ser feita de duas maneiras: por ar comprimido ou por turbinas centrífugas. Em qualquer um dos processos de jateamento, partículas abrasivas são lançadas sobre a superfície em processo. No impacto as impurezas são arrancadas e parte do metal também. Este impacto provoca aspereza na superfície.

Observa-se também que após o processo de jateamento o material de composição da peça é exposto às intempéries do ambiente em que se encontra.

O tempo em que a superfície jateada pode ficar sem pintura, depende das condições de clima e localização do ambiente onde a superfície ficará exposta.(LANDOLT,2007)

- Entre 30% e 70% de umidade relativa do ar, o tempo pode ser de 8 horas.
- Entre 70% e 85% de umidade relativa do ar, o tempo não deve passar de 4 horas.
- Ambiente industrial agressivo ou à beira mar, não deve passar de 2 horas.
- Se houver poeira no ar ou chuvisco de torres de resfriamento, deverá ser providenciada a cobertura do local com lonas e o tempo deverá ser o mínimo possível. Se a umidade relativa do ar estiver acima de 85%, não deve ser efetuado nem o serviço de jateamento, nem o de pintura.

### **3.3 Vibração e tamboreamento**

Em peças muito pequenas ou com formatos complexos é difícil aplicar o lixamento, principalmente tratando-se em escoras industriais. Para isso usa-se dois métodos que partem do mesmo princípio ,mas que utilizam máquinas diferentes: a vibração e o tamboreamento.

**Vibração:** As peças são colocadas juntas com os abrasivos em um recipiente acoplado ao vibrador. A vibração faz com que o abrasivo se atrite com as peças removendo as imperfeições da superfície da peça.

**Tamboreamento:** As peças e abrasivos são colocados dentro de um tambor. Por meio de movimentos rotatórios, o atrito do abrasivo contra as peças deixa a mesma limpa.



**Figura 1 – Tambor rotativo**

Fonte: Tambor Rotativo. Disponível em:  
<[http://www.b2babimaq.com.br/maquinas\\_empresas](http://www.b2babimaq.com.br/maquinas_empresas)>

### 3.4 Banhos químicos - Decapagem

A decapagem é usada para retirar os óxidos da superfície do metal e deixá-la quimicamente limpa. Utiliza-se principalmente em peças pequenas como porcas e parafusos.

A peça é colocada em um tanque com uma substância que retira a capa de óxido do metal. O líquido que está no tanque é chamado de decapante e geralmente é um ácido. Para cada tipo de material da peça é utilizado um ácido específico para não atacar o metal base. Exemplos: decapagem do alumínio é feita com uma solução de hidróxido de sódio (ou soda cáustica) em temperatura de 80°C. Os óxidos são removidos e o alumínio é pouco atacado, apesar de haver forte desprendimento de gases. Metais, como o cobre, e ligas, como o latão, são decapadas com soluções de ácido crômico ou com misturas de ácidos fosfórico, sulfúrico, nítrico e clorídrico.



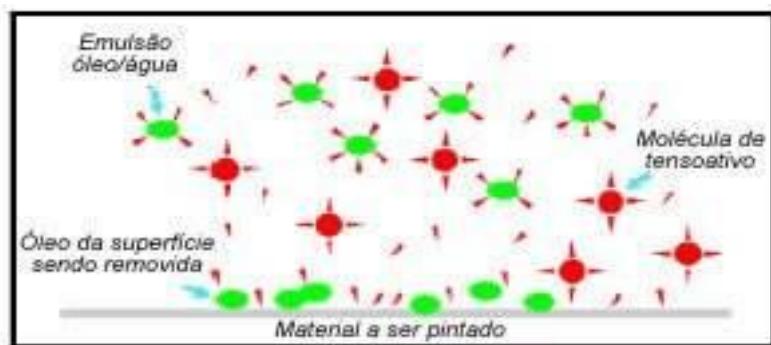
**Figura 2 – Tanque de Decapagem**

Fonte: Tanque de Decapagem. Disponível em:  
[<http://www.brasespa.com.br/page\\_3.html>](http://www.brasespa.com.br/page_3.html)

### 3.5 Banhos químicos – desengraxamento

A função do desengraxante é remover todos contaminantes, como óleo/graxas e sólidos da superfície da peça para garantir uma fosfatização eficiente e boa aderência da tinta. Nesta fase a peça é “lavada” com uma solução alcalina aquecida, visando a remoção de contaminantes que foram agregados à peça durante seu processo de fabricação. Esta lavagem pode ser por imersão, por spray ou pelos dois métodos, podendo ter mais de um estágio dependendo do tipo e da complexidade da peça a ser lavada.

Diferente dos solventes que dissolvem a sujeira, os desengraxantes alcalinos deslocam e emulsificam a sujeira na solução, reagindo com as mesmas para formar sabões solúveis em água.



**Figura 3 – Desengraxamento**

Fonte: Desengraxantes. Disponível em:  
[<http://www.homyquimica.com.br>](http://www.homyquimica.com.br)

O controle do processo de desengraxamento é muito importante porque, se não for retirado todos os óleos e graxas da superfície da peça, não obtém um produto final de

qualidade. Por estes motivos a concentração não deve sair dos padrões estabelecidos e a temperatura do banho deve estar entre 70 e 80°C.

A alta temperatura ajuda a dissolver algumas sujidades e aumenta a energia cinética das moléculas aumentando a capacidade de reação.



**Figura 4 – Temperatura**

Fonte: Termômetro. Disponível em:  
< <http://www.guatermometro.com> >



**Figura 5 – Câmara energia cinética**

Fonte: Câmara Energia Cinética. Disponível em:  
< <http://www.realequipamentos.com.br> >



**Figura 6 – Tanque desengraxante**

Fonte: Tanque desengraxante. Disponível em:  
<http://www.realequipamentos.com.br>

### 3.6 Fosfatização

Ao final do processo de limpeza as peças precisam receber uma camada protetiva para evitar a oxidação. De acordo com a necessidade de resistência é necessário garantir a melhor ancoragem da tinta a ser aplicada posteriormente.

A fosfatização cria na superfície metálica, cristais de fosfato do metal, convertendo-a de metálica a não metálica. A finalidade da fosfatização é melhorar a aderência de tintas e tornar a superfície mais resistente à corrosão. Somente a fosfatização, aumenta a resistência à corrosão em torno de cinco vezes, porém com fosfatização mais pintura (dois demãos de tinta sintética), o aumento é de cerca de 700 vezes (GNECCO,2003).



**Figura 7 – Fosfatização**

Fonte: Fosfatização. Disponível em:  
<http://www.ebah.com.br>

A utilização de produtos com a concentração adequada melhora a eficiência do processo. A aplicação do produto na temperatura entre 50 e 80°C e pressão entre 1 e

2 kgf/cm<sup>2</sup> (especificação de acordo com o fornecedor de produtos químicos) melhora a eficiência do sistema além de acelerar o processo.



**Figura 8 – Controle Temperatura e Pressão**

Fonte: Controle Temperatura e Pressão. Disponível em:  
< <http://www.wika.com.br> >

De acordo com a necessidade de proteção das peças processadas poderão ser adicionados estágios auxiliares. Outra questão levada em consideração é o isolamento através do processo entre um banho e outro a fim de evitar contaminação dos produtos.

Para isso são instalados banhos intermediários de lavagem com água para a retirada dos produtos e espaçados os estágios para evitar o arraste pelas peças em processo.

### 3.7 Metalização

Na metalização, pode ser aplicado apenas um metal, como na zincagem de proteção. Também é possível aplicar vários metais para a proteção dando efeito decorativo à peça.

Nas peças **cromadas**, normalmente são aplicadas camadas de cobre, níquel e cromo. No processo de zinçagem a fogo o material é mergulhado em um tanque com zinco em estado de fusão. O zinco adere ao aço, formando uma camada espessa que protege a peça da corrosão. (NUNES,1998)



## 4 TINTA

O veículo é o constituinte principal da tinta. Ele é formado por óleos e resinas. Na maioria das tintas, o veículo é uma mistura de resinas. Existem vários tipos de resinas: resinas resistentes a ácidos, resistentes a altas temperaturas (tinta à base de alumínio com silicone), resinas com alta flexibilidade (base de óleos não secativos). A resina é a que confere as propriedades da película de tinta. Dureza, flexibilidade, resistência a temperaturas, abrasão, adesão e influência na durabilidade da tinta.((FANCUTT,1971)

As tintas são classificadas segundo o seu veículo de composição. Podem ser classificadas como convencionais, nobres e semi-nobres. As tintas de resinas alquidicas é encontrada no nosso dia a dia no processo de pintura de eletrodomésticos e automóveis, pois suportam ambientes de média agressividade.

Já a tinta de acabamento é nomeada de duas formas: Esmalte seguido do nome do veículo e da cor, por exemplo, esmalte acrílico vermelho, esmalte epóxi branco. A outra forma é escrita tinta de acabamento seguido do nome do veículo e da cor. Exemplo: Tinta de acabamento vinílica branca.

A cura da tinta é o processo, pelo qual, é formada a película da tinta. A secagem é a simples evaporação do solvente. A cura envolve processos de polimerização com ou sem adição de calor. As tintas convencionais secam pela oxidação dos óleos e evaporação do solvente. As betuminosas só pela evaporação do solvente. As convencionais são indicadas para ambientes de pouca agressividade. As tintas acrílicas são muito usadas em pinturas de acabamento porque dão ótima aparência às peças e estão no grupo das semi-nobres. Outro exemplo de tinta semi-nobre é a vinílica, resistente a ácidos, bases e ao atrito. As nobres mais utilizadas são as tintas epóxis. São fornecidas em dois componentes: a resina epóxi e o agente endurecedor, o qual pode ser uma amina ou uma amida. O tempo de aplicação varia de 30 a 60 minutos.

A maioria das tintas são substâncias orgânicas. As tintas orgânicas suportam temperaturas de até 80°C. As resinas epóxis e fenólicas suportam temperaturas de até 120°C. Tintas inorgânicas podem chegar até 600°C. As semi-orgânicas variam de 120°C a 250°C.

O zarcão é um pigmento anticorrosivo a base de óxido de chumbo. Nas tintas de fundo, usa-se o nome do primeiro protetor o anticorrosivo seguido pelo nome do veículo em sem sua nomenclatura. Exemplo: óxido de ferro epóxi.

Utilizam-se tintas com agente endurecedor de amina quando é necessário resistência a derivados de petróleo e produtos químicos. Possuem menor tempo de secagem e dificuldade de aplicação em ambientes úmidos. As que usam amida apresentam resistência à água e podem ser aplicadas em ambientes úmidos formando uma película mais flexível. As tintas epóxi são de 2 a 4 vezes mais baratas que as outras nobres, por isso, são as mais usadas.

O verniz possui os mesmos componentes das tintas menos os pigmentos. É utilizado como última demão na pintura de automóveis e dentro de latas de alimentos.



**Figura 9 – Plataforma Tintas**  
Fonte: Plataforma Tintas. Disponível em:  
<http://www.moinhopiramide.com.br>

## 5 PINTURA

Após a superfície estar isenta de impurezas e em condições de garantir a boa aderência pode-se proceder a aplicação da tinta.

Várias são as formas de aplicação, porém podemos destacar entre os processos mais produtivos a aplicação por pistola e a por imersão.(TELECURSO 2000,1996)



**Figura 10 – Pistola de Tinta**

Fonte: Pistola de Tinta. Disponível em:  
< <http://www.comopintar.com.br> >



**Figura 11 – Imersão**

Fonte: Imersão. Disponível em:  
< <http://www.virt.com.br> >

## 5.1 Pintura - imersão

A pintura por imersão pode ser realizada de duas maneiras: Sem corrente elétrica e com corrente elétrica. No caso da pintura sem corrente elétrica a espessura de camada é controlada através da viscosidade da tinta. Deve-se observar ainda parâmetros como, por exemplo, a temperatura. A grande desvantagem deste processo seria o fato de que as tintas tendem a se solidificar e assim possuírem vida útil menor.



**Figura 12 – Sem corrente elétrica**

Fonte: Sem corrente elétrica. Disponível em:  
[< http://www.realequipamentos.com.br >](http://www.realequipamentos.com.br)



**Figura 13 – Com corrente elétrica**

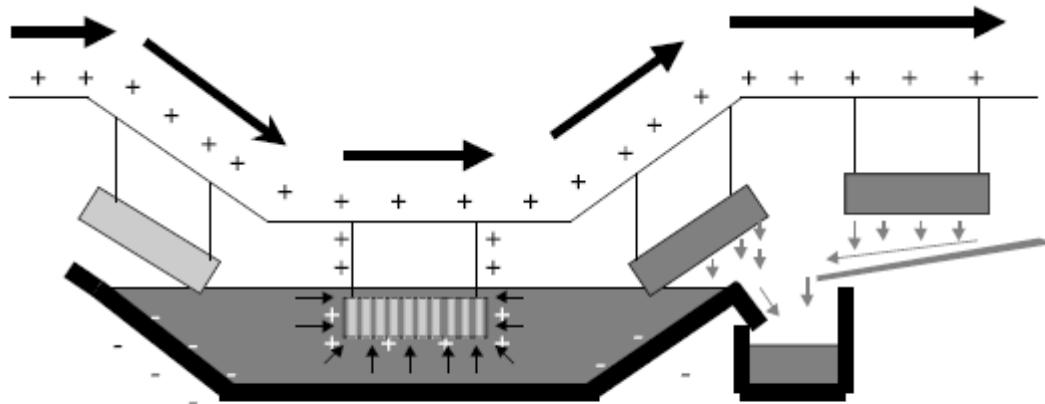
Fonte: Com corrente elétrica. Disponível em:  
[< http://www.realequipamentos.com.br >](http://www.realequipamentos.com.br)

A pintura por imersão com corrente elétrica chama-se Eletroforese. Eletroforese é a migração das partículas de uma solução coloidal (tinta na água), sob a influência de um campo elétrico. A tinta é à base de água e sob ação do campo elétrico gerado pela diferença de potencial, as partículas de tinta migram do tanque para a peça e nela aderem, expulsando a água pela eletrosmose, que é a passagem do líquido de dentro para fora da película da tinta. Este fenômeno é a exosmose. Após

receber a tinta, as peças saem do tanque, e vão para uma estufa para sofrerem a cura.(GNECCO,2003)

A Eletroforese pode ser anódica ou catódica. No processo anódico. A tinta e o tanque têm cargas elétricas negativas e as peças a serem pintadas são ligadas a uma monovia com cargas elétricas positivas.

Este processo foi utilizado pela primeira vez, no início dos anos 60 na Ford-USA, para pintar inicialmente rodas e em seguida carros. No início da década de 70 foi desenvolvido o processo Catódico, o qual domina o mercado de pintura por eletrodeposição dos dias de hoje.

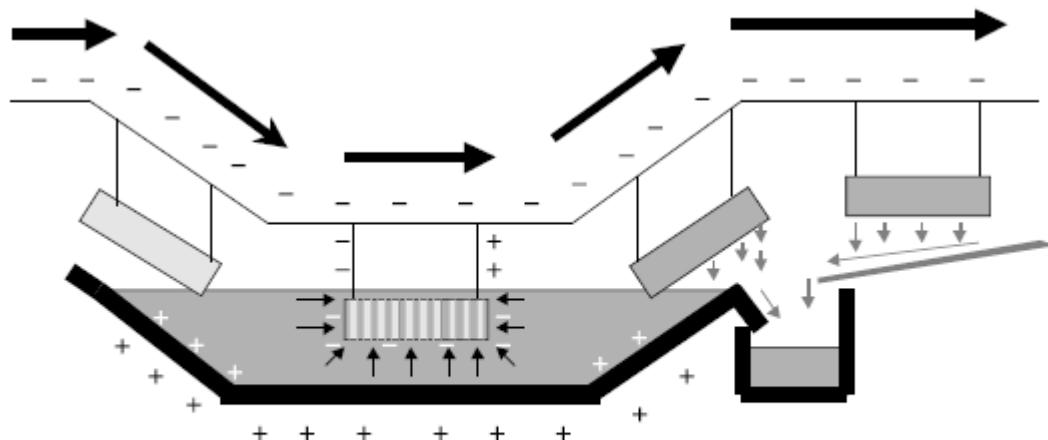


Sistema de pintura por eletroforese anódica (Anaforese)

**Figura 14 – Anaforese**

Fonte: Anaforese. Disponível em:  
<http://www.acervotecnico.com.br>

No processo catódico a tinta e o tanque tem cargas elétricas positivas, ao contrário da anaforese ,as peças a serem pintada possuem cargas negativas. A razão de este processo ser o mais utilizado ,hoje em dia, é porque tem maior penetração nas frestas e dentro de tubos e utiliza tintas mais modernas com maior desempenho dos que as da anaforese.



Sistema de pintura por  
eletroforese catódica (Cataforese)

**Figura 15 – Cataforese**

Fonte: Cataforese. Disponível em:  
< <http://www.acervotecnico.com.br> >

## 6 CONTROLE DE QUALIDADE

Qualidade é a capacidade que um produto tem de atender as necessidades, as quais foram projetadas. O controle da qualidade é feito por meio de ensaios, utilizando normas estabelecidas. A fabricação de produtos pode ser controlada por processos estatísticos, conhecidos como **controle estatístico do processo** (CEP).

Para controlar o produto acabado, é feita uma comparação entre o produto e a amostra usada como gabarito.

### 6.1 Controle de qualidade de tratamento de superfícies

No controle de qualidade de um tratamento de superfícies, verifica-se a peça em relação a sua vida útil e ambiente, a qual será inserida. Quanto ao objetivo do tratamento, são possíveis quatro situações de tratamento:

- Proteger uma peça da corrosão, sem preocupação com sua aparência,
- Proteger o metal-base da corrosão e atender a outra finalidade,
- Proteger a peça da corrosão e dar-lhe aspecto decorativo
- Tratar uma superfície para que ela possa ficar bem lubrificada e resistente ao desgaste.

### 6.2 Avaliação do pré-tratamento

Checa-se primeiramente se o polimento foi bem feito não possuindo riscos ou porosidades. No caso de peças polidas utiliza-se um rugosímetro.



**Figura 16 – Rugosímetro**

Fonte: Rugosímetro. Disponível em:  
 < <http://www.logismarket.ind.br> >

O rugosímetro detecta irregularidades por meio de uma agulha que percorre a superfície da peça mostrando em um visor o resultado. Outro item importante do pré-

tratamento é o desengraxamento. O objetivo é verificar se óleos e graxas foram removidos da superfície da peça.(GARCIA, 2000) Vários métodos podem ser empregados:

- Formação da lâmina contínua de água na superfície;
- Aderência de carvão ativo;
- Deslocamento galvânico de cobre;
- Fluorescência.

No primeiro caso, o desengraxamento pode ser considerado bom quando a peça, submetida a uma corrente de água, apresenta uma lâmina d'água contínua sem o aparecimento de ilhas secas na superfície.

No segundo caso, a peça é mergulhada num recipiente que contém carvão ativo. Quando a peça é retirada, o carvão fica retido nos locais em que houver óleo ou graxa.

No terceiro caso, submete-se a peça a uma substância de corante fluorescente solúvel em óleo e, em seguida, a uma luz ultravioleta. A intensidade da fluorescência indica o grau de contaminação da superfície por óleos ou graxas.

No quarto caso, faz-se a imersão da peça em uma solução de sulfato de cobre. Em peças de base ferrosa, as zonas limpas apresentam uma fina película de cobre , nos locais onde ainda houver resíduos oleosos, o depósito é falho .

### **6.3 Controle dos banhos desengraxantes**

As concentrações dos banhos são determinadas por meio de técnicas de laboratório, a vida útil de um banho desengraxante depende da quantidade de óleos e gorduras que estiverem dispersos.(TELECURSO 2000, 1996)

### **6.4 Controle dos banhos decapantes**

Os decapantes são soluções ácidas cuja concentração é identificada com as mesmas técnicas empregadas para os desengraxantes. É importante determinar o teor de ferro que tende a aumentar com o tempo.

### **6.5 Controle de qualidade do produto final**

São realizadas medições, testes e ensaios. Exemplos: ensaio de aderência, medição da espessura do depósito, teste de exposição a radiações ultravioleta e ensaio de corrosão em diferentes meios.

Existem muitos **métodos para a medição de espessura**. Os mais empregados são o **magnético** (ISO 2178), o **metalográfico** (ISO 1463), o **coulométrico** (ISO 2177), o de **raios β** (beta) e o de **raios X**.

- **Método magnético** se baseia na atração do metal-base a um imã apoiado na peça. É empregado em metal-base magnético com revestimento não magnético. É o caso, por exemplo, de depósito de zinco ou de tintas sobre ferro.
- **Método metalográfico** consta das técnicas de corte do corpo de prova, embutimento em resina, lixamento, polimento, ataque químico e observação no microscópio metalográfico.
- **Método coulométrico** aplica o princípio inverso da eletrodeposição. Um retificador é usado para aplicar corrente elétrica entre a peça e uma célula de metal.
- Métodos que empregam **raios X** e **raios β** (beta) servem para medir com precisão espessuras muito finas.

Existem também os **ensaios acelerados de corrosão** onde as peças são submetidas a condições de corrosão acelerada.



**Figura 17 – Câmara de Névoa Salina**

Fonte: Câmara de Névoa Salina. Disponível em:  
< <http://www.panambrazwick.com.br> >



## 7 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Os principais poluidores derivados de sistemas de tratamento de superfícies, provenientes dos processos de pintura industrial são cianeto, ácido sulfúrico, compostos de cromo e solventes clorados.

O **Cianeto** é um forte poluidor de rios, em regiões altamente industrializadas. Três tipos de cianeto são muito utilizados em tratamento de superfícies de metais: o cianeto de sódio, o cianeto de potássio e o cianeto de cobre. Os cianetos em contato com ácidos, com vapores de ácidos e vapor de água, liberam gás cianídrico que é extremamente venenoso. Cianeto absorvido em pequenas doses, de forma constante, pode causar dores de cabeça, perda de apetite, fraqueza, náuseas, e irritações das vias respiratórias superiores (MANO, 2005).

O **Ácido sulfúrico** é um ácido concentrado que pode causar sérias queimaduras, com destruição rápida dos tecidos cutâneos. Já os **Compostos de cromo** têm efeitos corrosivos na pele e, de modo especial, nas mucosas. Esses produtos afetam, principalmente, a parte interna da boca e do nariz, provocando lesões que cicatrizam com muita lentidão. As lesões no nariz são purulentas e formam crostas. Já as lesões de ácido crômico a 20% causam cegueira, quando atingem os olhos.

Alguns tipos de **Solventes clorados** são altamente tóxicos e seu efeito narcótico pode causar vertigem e desmaios após algum tempo de inalação. Entre produtos dessa natureza, três deles são muito utilizados pela indústria, em razão de suas excepcionais qualidades como desengraxantes: tricoretileno, percloretileno e tricloreto.

Os poluentes, provenientes do tratamento de efluentes, podem se apresentar nos estados sólido, líquido e gasoso. Os poluentes sólidos provêm das operações de lixamento, polimento e jateamento. São removidos por técnicas de tratamento do pó, que passa por filtros de abertura que seguram as partículas sólidas. Os efluentes gasosos passam por colunas de absorção e são transformados em efluentes líquidos. O tratamento desses líquidos exige conhecimento de química e físico-química para que os efluentes sejam tratados de acordo com a legislação. Existem ainda técnicas modernas como a desmineralização com resinas de troca iônica ou com membranas que permitem a osmose reversa. As dimensões das estações de tratamento dos efluentes e o gasto com reagentes são proporcionais ao volume da água que será tratada (CAVALCANTI,2012).



**Figura 18 – Tratamento efluentes industriais**

Fonte: Tratamento efluentes. Disponível em:

< <http://www.neotron.com.br>>

## 8 ESTUDO DE CASO: KTL

Um “banho” de tinta KTL é constituído basicamente por água desmineralizada (DI), pigmento, resina e um pequeno percentual de solventes coalescentes que garantem a boa dispersão dos componentes do banho. Para a deposição da tinta aplica-se a corrente elétrica durante um período que pode variar de 1 a 3 minutos.

Dependendo da geometria da peça a ser pintada, este tempo pode ser maior para garantir a espessura desejada. Ao sair do banho de tinta, a peça segue para os estágios de enxaguamento, para eliminar as espumas e principalmente recuperar a tinta aderida superficialmente à camada eletrodepositada.

Os enxágues operam em forma de cascata reversa, ou seja, o segundo tanque transborda para o primeiro e este transborda para o tanque de tinta. Este sistema garante o retorno do excesso de tinta (pigmento/resina) que não aderiu a superfície, mas que foi “carregada” pela peça durante o processo pintura. Isso permite recuperação de quase 100% da tinta, sendo este um dos principais atrativos financeiros e ambientais da pintura KTL.

### 8.1 Projeto Indústria A

• TIPO DE PEÇA:	<b>Ferro fundido nodular</b>
• MASSA:	<b>4 a 50 Kg / pç</b>
• GANCHEIRAS IMERSAS:	<b>8 Pçs</b>
• TEMPO DE PINTURA:	<b>90 s (velocidade)</b>
• VELOCIDADE:	<b>1,7 m/min</b>
• HORAS TRABALHADAS:	<b>8 h / dia</b>
• PERÍODO:	<b>29 dias / mês (232 h / mês)</b>
• BARRAMENTO:	<b>5,1 m (percurso energizado)</b>
• PASSO DA GANCHEIRA:	<b>0,6096 m</b>
• PRODUÇÃO:	<b>500pçs / h</b>

#### 8.1.1 Principais Componentes

**Recirculação e Agitação:** O sistema de recirculação e agitação, no processo de pintura cataforética, tem por finalidade manter a tinta em movimento constante evitando-se, assim, a coagulação da mesma. Este sistema é provido de vários pontos de alimentação e drenagem de água, posicionados em pontos estratégicos.



**Figura 19 – Recirculação e Agitação**

Fonte: Recirculação e Agitação. Disponível em:  
< <http://www.acervotecnico.com.br> >

**Sistema de Ultrafiltração:** O sistema de ultrafiltração é utilizado para gerar o permeado (ultrafiltrado) que serve para enxaguar a peça após a pintura. O enxague das peças, permite a recuperação da tinta que não aderiu à peça, mas que foi arrastada mecanicamente pela mesma.

**Sistema de Anolito:** Um sistema anolito é composto de:

- a) Células de diálise – controla o pH. As células de diálise são utilizadas para remover o ácido que é continuamente liberado durante o processo de pintura. Controlando e mantendo o nível de ácido do banho de tinta, a célula garante pH e condutividade constantes. A leitura da condutividade é feita por um dispositivo eletrônico chamado condutivímetro, que envia um sinal que pode ser utilizado para automatizar o controle, ou avisar o operador por meio de sinal luminoso ou sonoro.



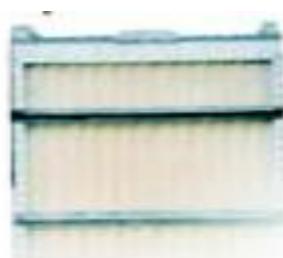
**Figura 20 – Condutivímetro fechado**

Fonte: Condutivímetro fechado. Disponível em: Apostila Equipamentos Pintura.



**Figura 21 – Condutivímetro aberto**

Fonte: Condutivímetro aberto. Disponível em: Apostila Equipamentos Pintura.

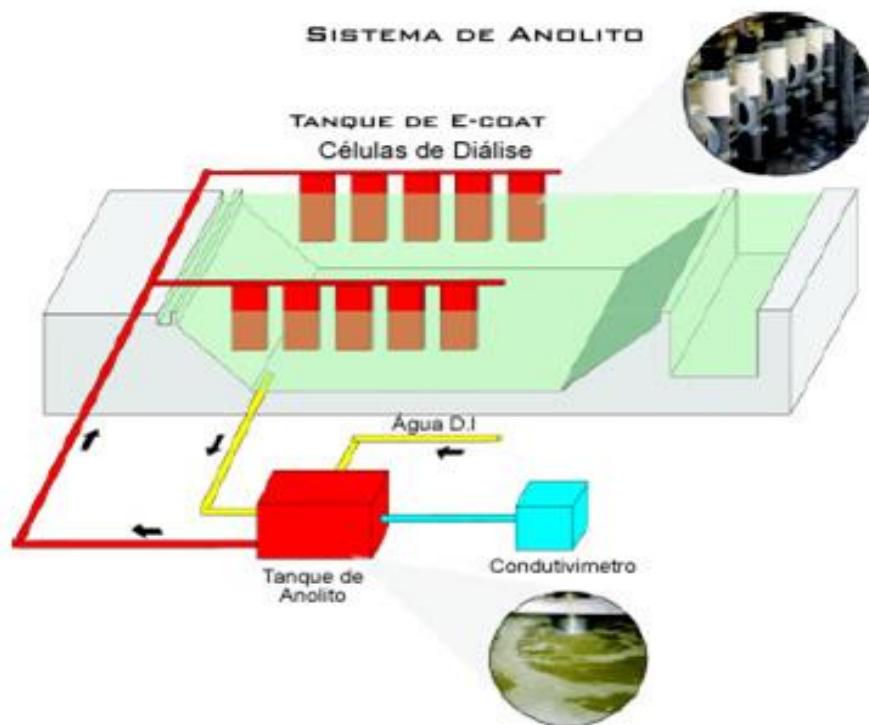


**Figura 22 – Sinal Sonoro ou Luminoso**

Fonte: Sinal Sonoro ou Luminoso Disponível em:  
<http://www.behance.net>

- b) Reservatório – garante um volume mínimo de anolito que circula pelas células de diálise
- c) Bomba centrífuga – garante a circulação do anolito pelas células
- d) Manômetro – indica a pressão de operação da bomba

- e) Condutivímetro – controla a condutividade, indicando a necessidade de renovação de anolito
- f) Solenoide – garante abastecimento automático de água DI, para renovar anolito
- g) Rotâmetros – indica a vazão de anolito em cada célula



**Figura 23 – Sistema de Anolito**  
Fonte: Sistema Anolito Disponível em:  
< <http://www.separations.com.br> >

**Sistema de Água DI:** O sistema de água D.I. é instalado no processo de pintura cataforética com a função de alimentar os vários pontos de enxágue e limpeza do conjunto e alimentar o tanque de anolito. Também é utilizada para lavar o tanque de reserva de tinta através de uma linha circular de bicos spray tipo flat. No início dos procedimentos como a alimentação do tanque de tinta, preparação de tinta e a alimentação inicial dos tanques de U.F. utilizados no processo de enxague.



**Figura 23 – Sistema de Anolito**

Fonte: Sistema de Água DI Disponível em:  
[< http://www.separations.com.br >](http://www.separations.com.br)

**Sistema de Refrigeração de Água:** O sistema de água gelada é instalado no processo de pintura cataforética com a função de alimentar o tanque localizado no conjunto de retrolavagem do gerador de U.F. e, principalmente, alimentar o trocador de calor que tem por objetivo manter a temperatura da tinta em condição ideal, entre 28 e 30°C. Um chiller é utilizado para gerar a água gelada necessária ao sistema.



**Figura 25 – Sistema de Refrigeração de Água**

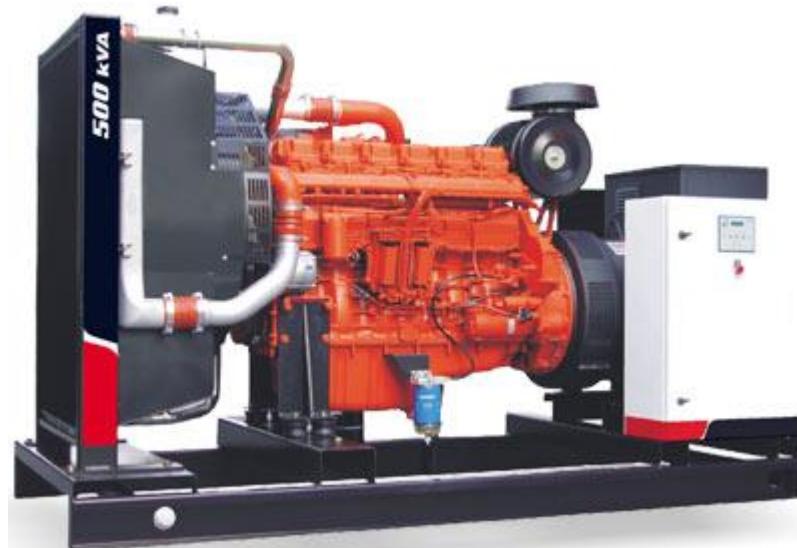
Fonte: Sistema de Refrigeração de Água Disponível em:  
[< http://www.realequipamentos.com.br >](http://www.realequipamentos.com.br)

**Sistema de Retificador de Corrente:** O sistema retificador de corrente é instalado no processo de pintura cataforética com a função de alimentar o barramento localizado no transportador aéreo que serve para polarizar as peças com carga oposta a do tanque de tinta. Tem a função de um dos eletrodos envolvidos no processo de eletrodeposição, atrairindo, para a peça, a tinta a ser coagulada. Para se obter uma boa qualidade de pintura o retificador não deve gerar “ripple” acima de 5%.



**Figura 26 – Sistema de Retificador de Corrente**  
Fonte: Sistema Retificador de Corrente Disponível em:  
< <http://www.campinas.olx.com.br> >

**Grupo Gerador de Energia:** A tinta no tanque de KTL precisa estar em constante agitação sob a pena de perder as suas propriedades. Desta forma, é necessário a instalação de um conjunto gerador de energia para acionamento dos equipamentos durante alguma falta de energia accidental.



**Figura 27 – Gerador de Energia**  
Fonte: Gerador de Energia Disponível em:  
< [www.geradoresriopreto.com.br](http://www.geradoresriopreto.com.br) >

**Painel de Controle:** O painel de controle do conjunto possui um CLP de grande porte capaz de controlar e monitorar todos os equipamentos conectados à linha de pintura KTL. Qualquer parâmetro fora das condições normais de operação gerará uma sinalização de alarme e, conforme a sua gravidade, poderá até parar o processo.

Também é possível instalar um sistema supervisório a fim de envio e armazenagem de dados em computadores remotos através de rede de dados.



**Figura 28 – Painel de Controle**

Fonte: Painel de Controle Disponível em:  
< <http://www.realequipamentos.com.br> >



**Figura 29 – Painel de Controle II**

Fonte: Painel de Controle. Disponível em:  
< <http://www.wessmaquinas.com.br> >

### 8.1.2 Transportador

Um movimento contínuo e sem trancos bem como um bom contato elétrico das ganchieiras com a massa garantem uma melhor qualidade na pintura. Outro fator importante é a durabilidade do equipamento, fator conseguido com a utilização de materiais de alta qualidade e de grande robustez.

### 8.1.3 Estufa

Responsável pela polimerização da tinta sobre as peças, garante a economia de energia através de uma boa forma construtiva e de bons isolantes térmicos. A fonte de calor deve possuir a potência necessária para manter a temperatura nos níveis exigidos com folga e desta forma obter uma resposta rápida de aquecimento auxiliando na produtividade.



**Figura 30 – Estufa de Pintura**

Fonte: Estufa de Pintura. Disponível em:  
< <http://www.usiitalia.com> >

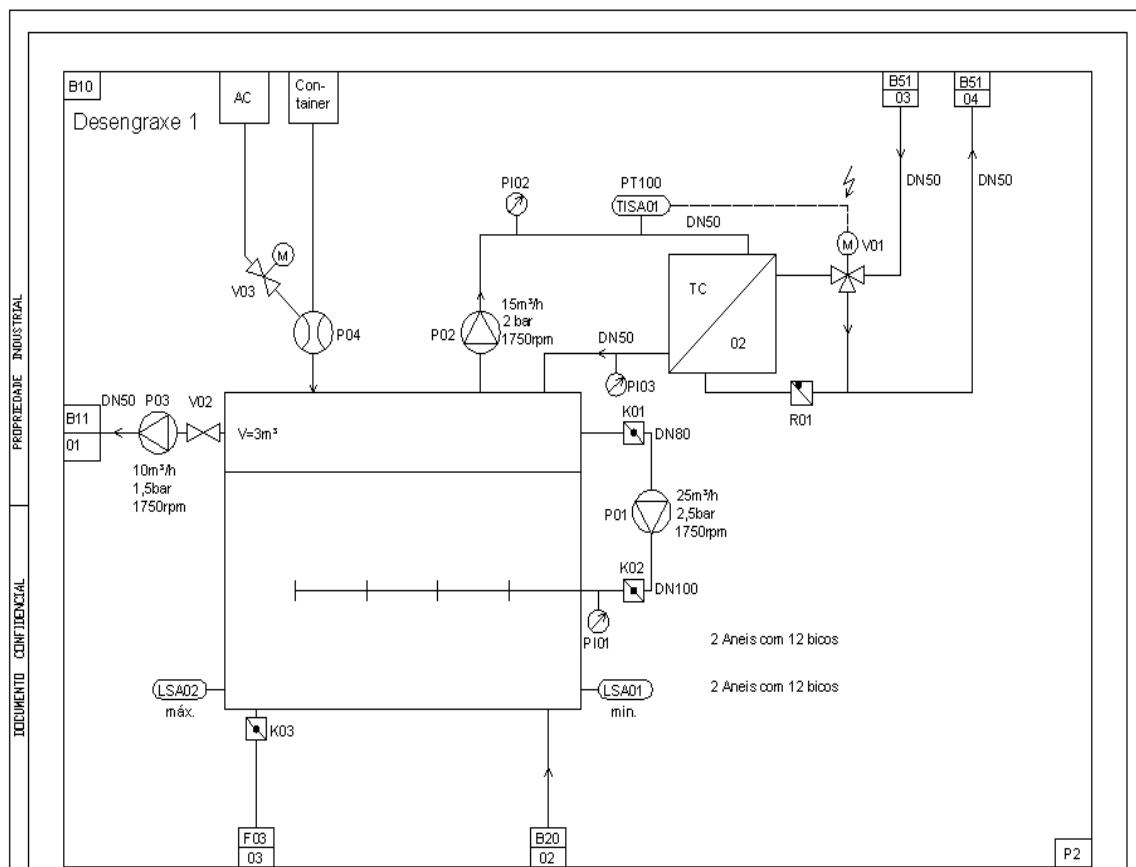
## 9 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado como estudo de caso, de um projeto de pintura utilizando o método KTL em pinturas industriais. Os dados do projeto foram transportados para diagramas no período de pré-tratamento e de pintura.

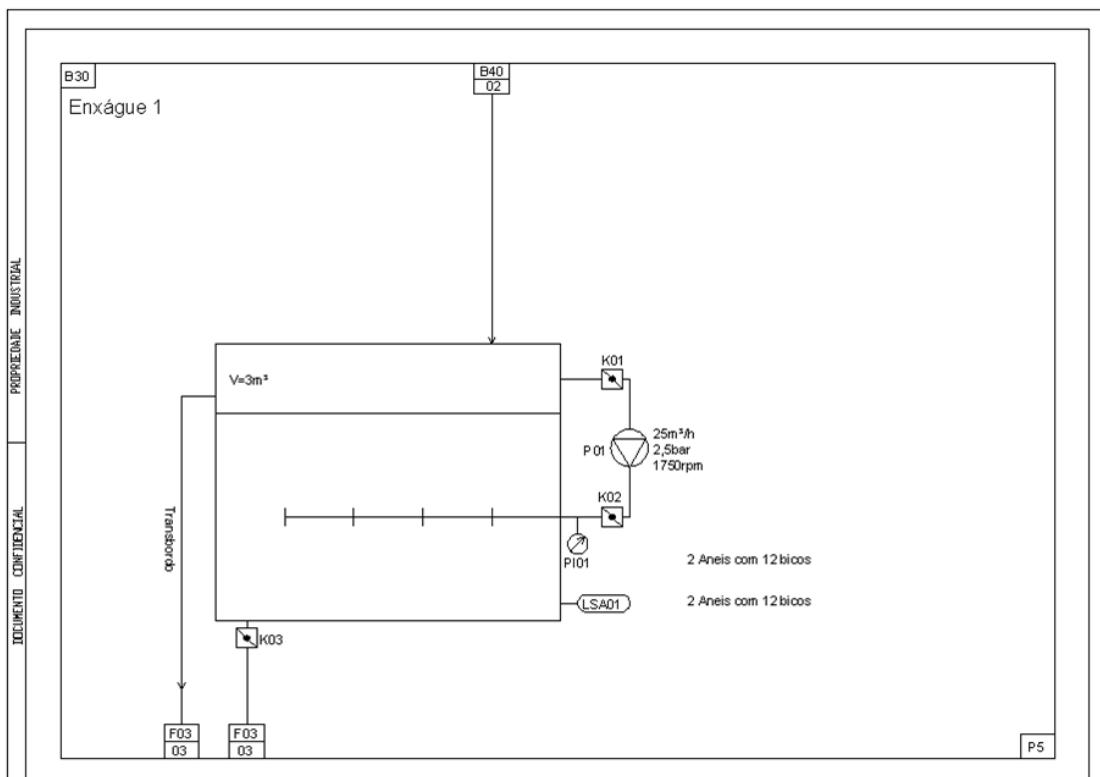
As instalações para tratamento de superfície dos metais possuem equipamentos com dimensões determinadas ao tamanho das peças que serão tratadas e tecnologia aplicada.

Peças grandes são transportadas em correntes, através de túneis e circuitos que possuem as diversas etapas do tratamento. Peças de dimensões menores podem ser tratadas em tanques, geralmente feitos de aço, esses tanques são dispostos em sequência, de modo que cada operação ocorra sem que haja perigo de mistura ou contaminação de resíduos entre os banhos.

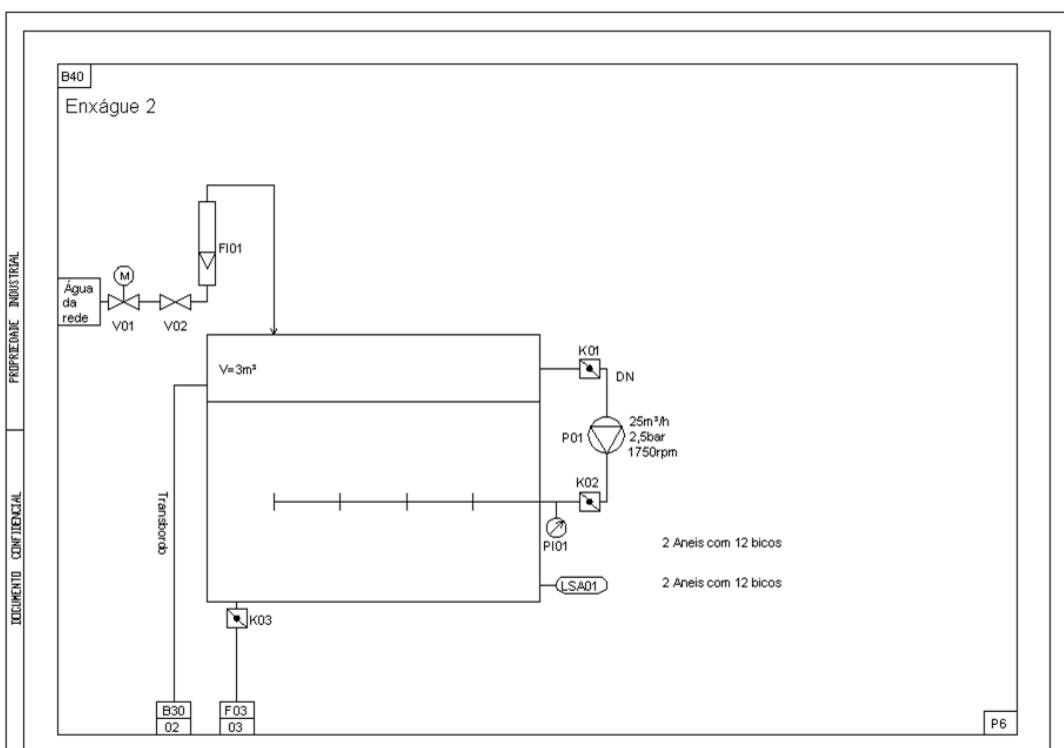
A instalação possui acesso fácil à água, energia elétrica e a equipamentos auxiliares, como bombas, filtros, tanques de reserva e tanques de preparação.



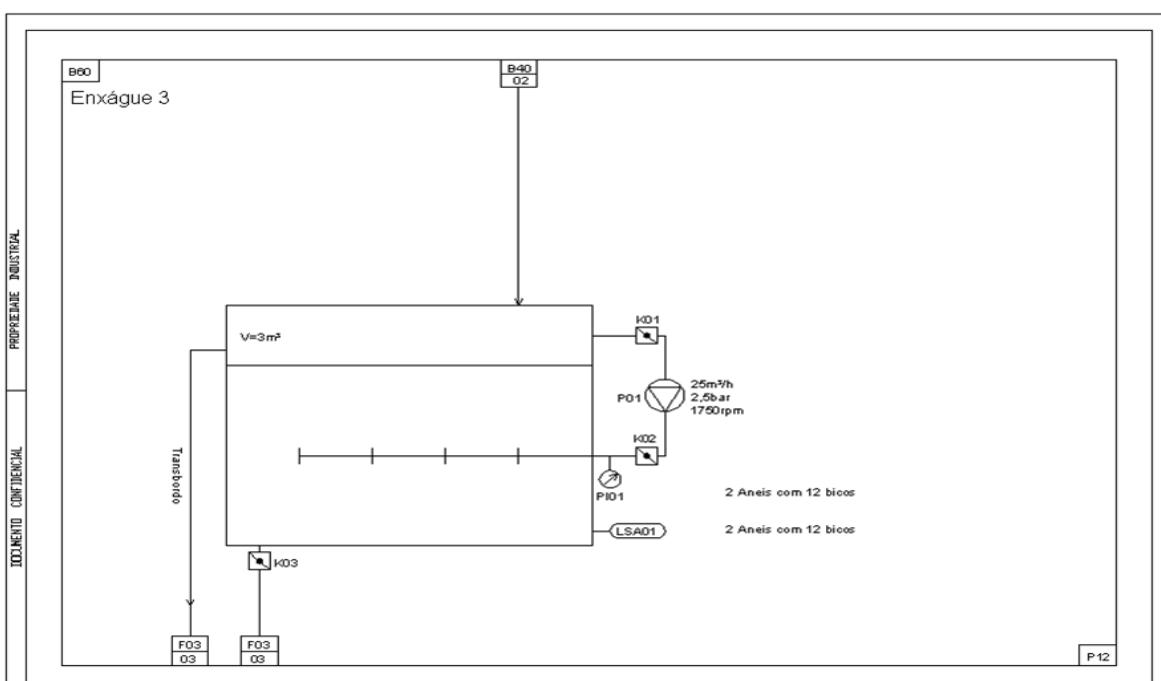
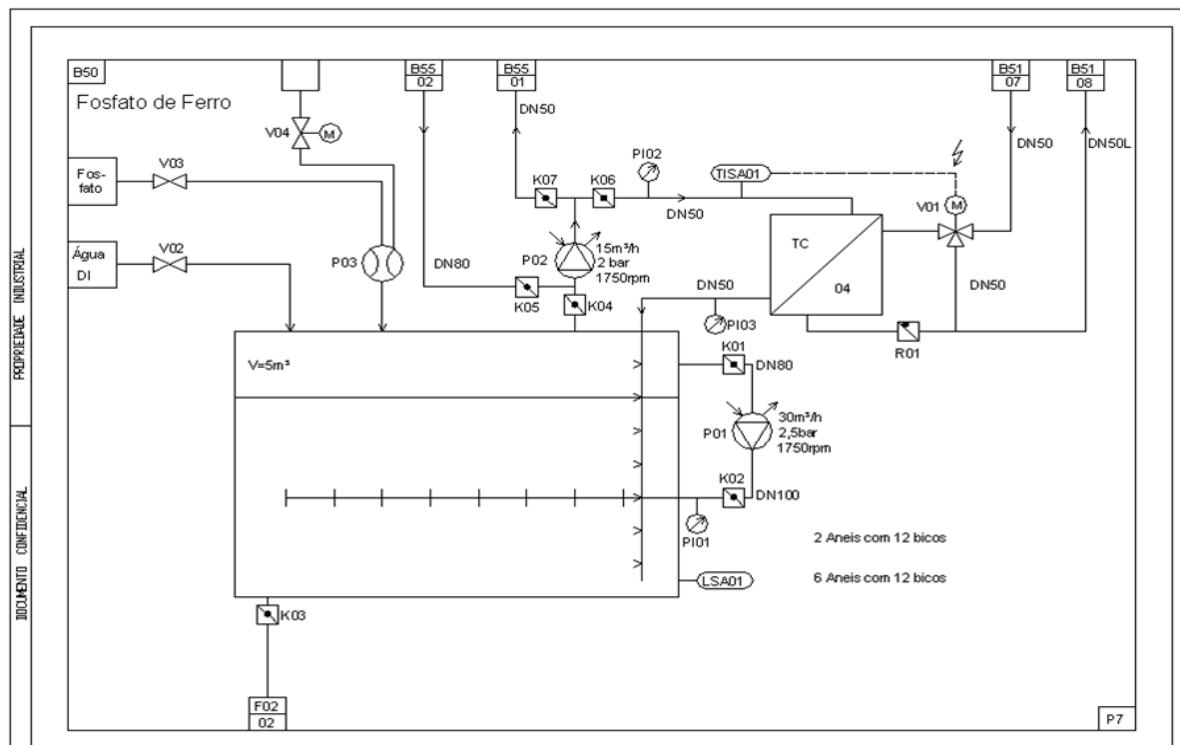
**Diagrama 1** : Diagrama Unifilado, período pré-tratamento.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

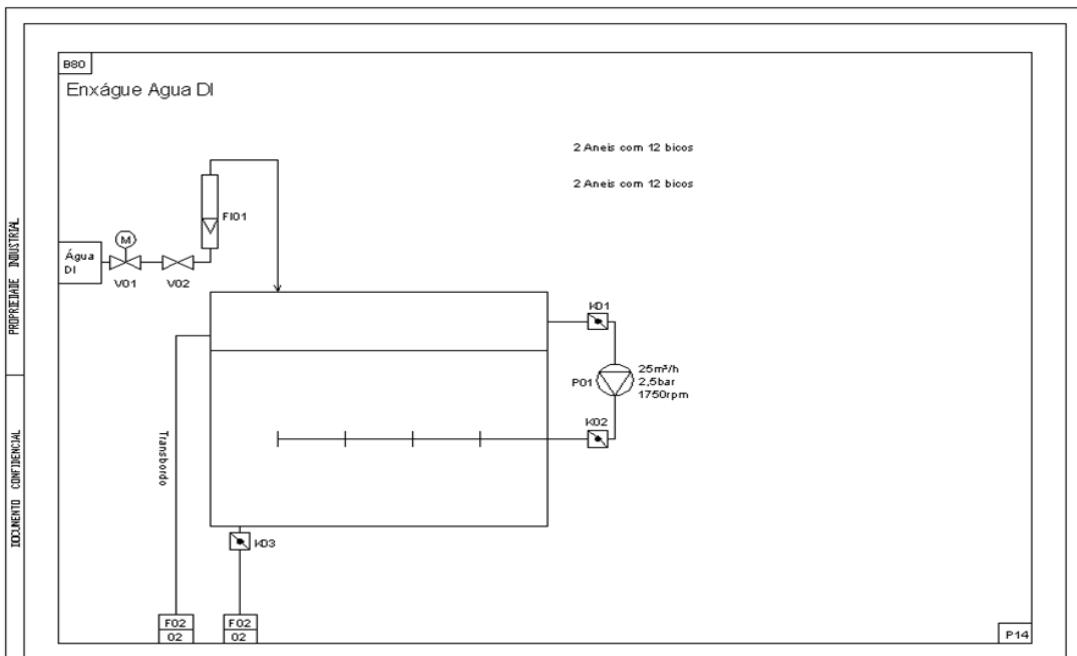


**Diagrama 2 :** Diagrama Unifilado, período pré-tratamento.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

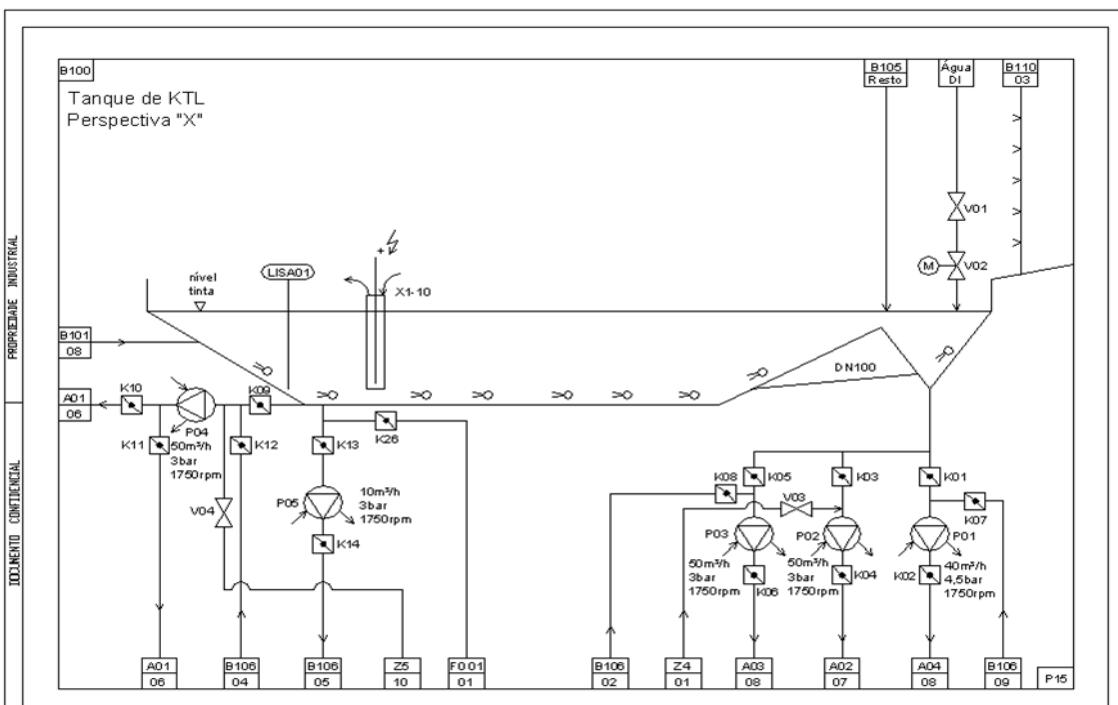


**Diagrama 3 :** Diagrama Unifilado, período pré-tratamento.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

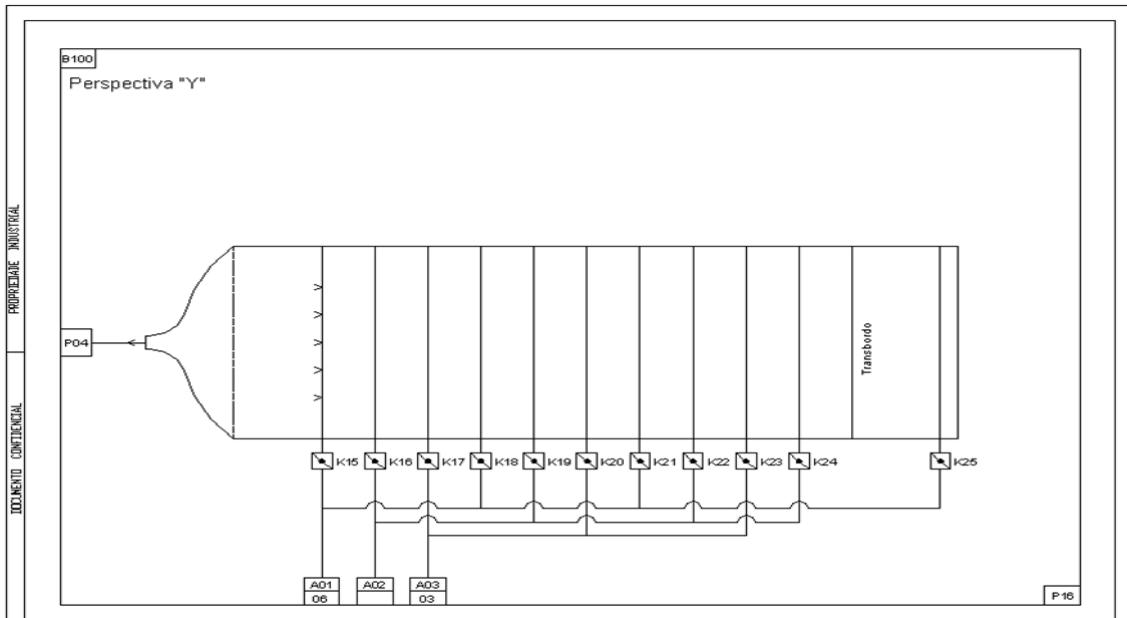




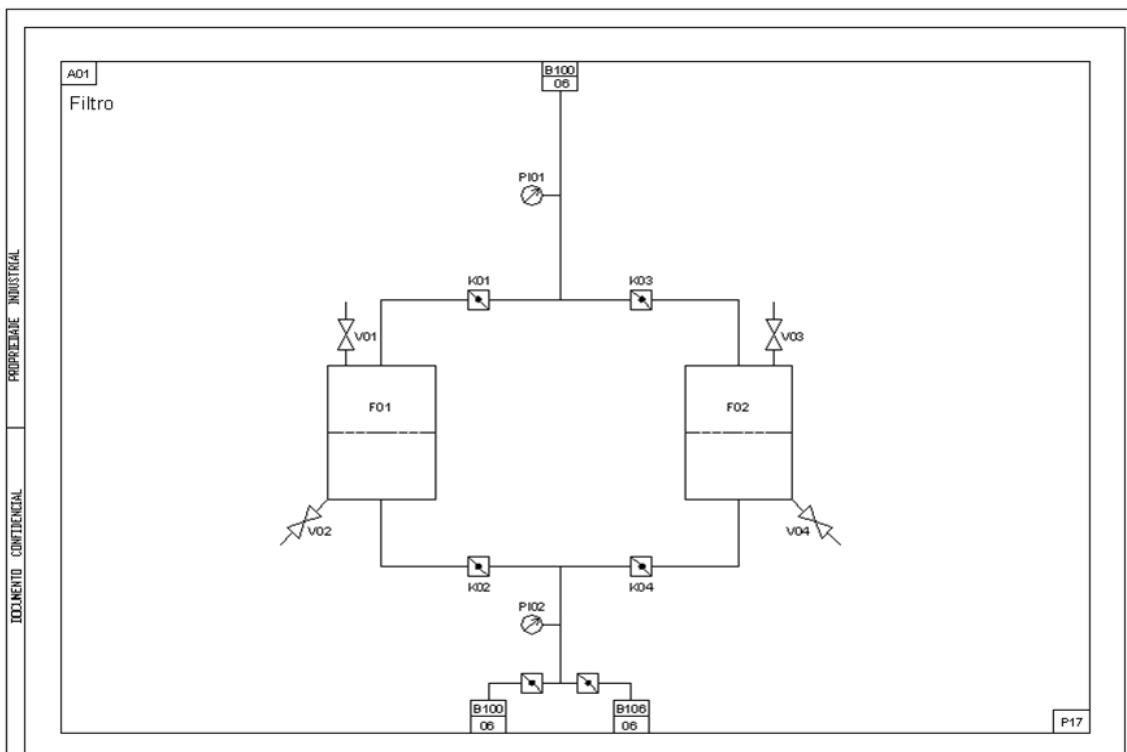
**Diagrama 6 :** Diagrama Unifilado, período pré-tratamento.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



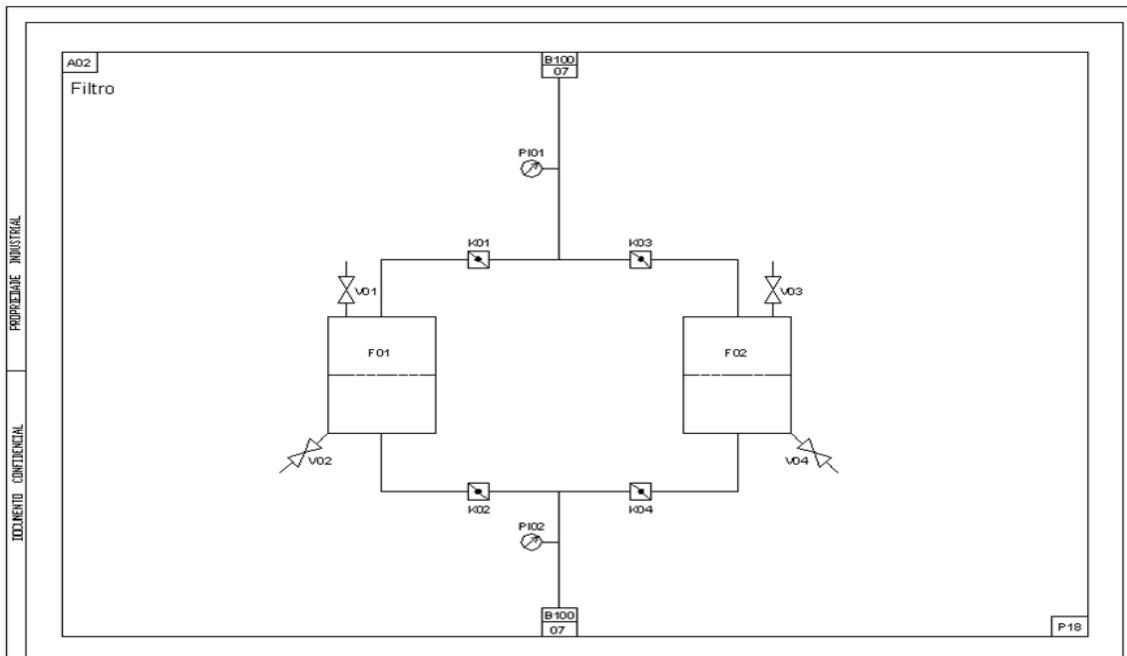
**Diagrama 7 :** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



**Diagrama 8 :** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da análise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

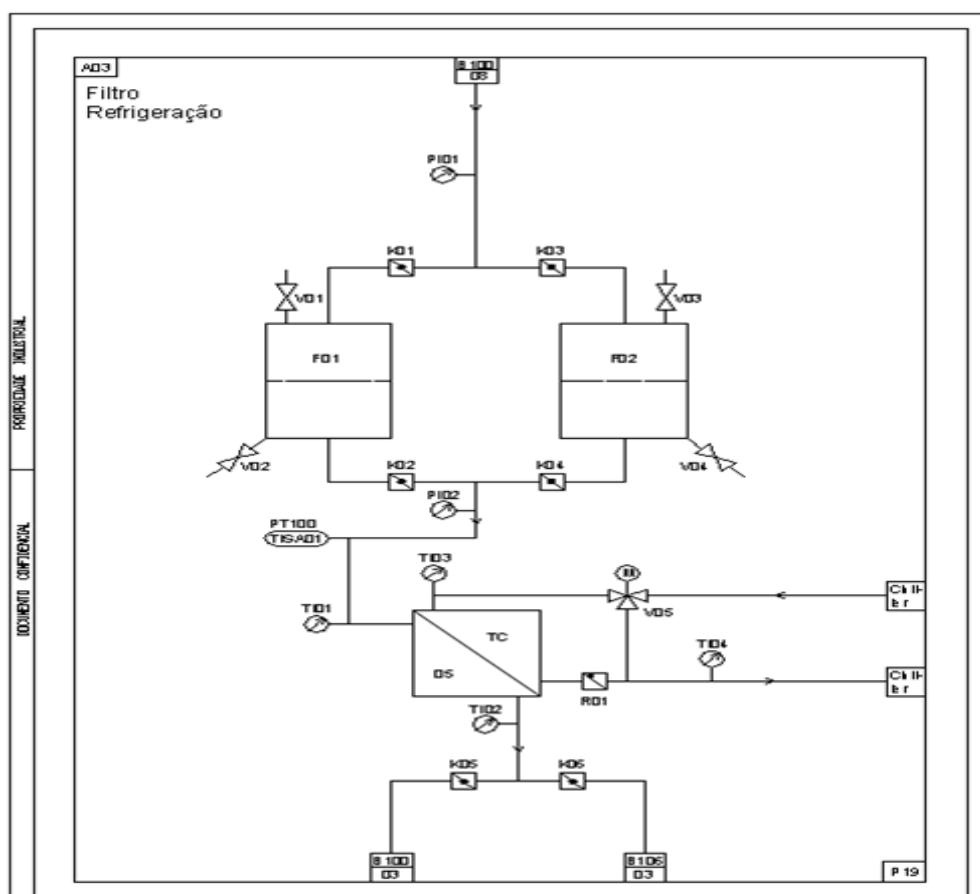


**Diagrama 9 :** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da análise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



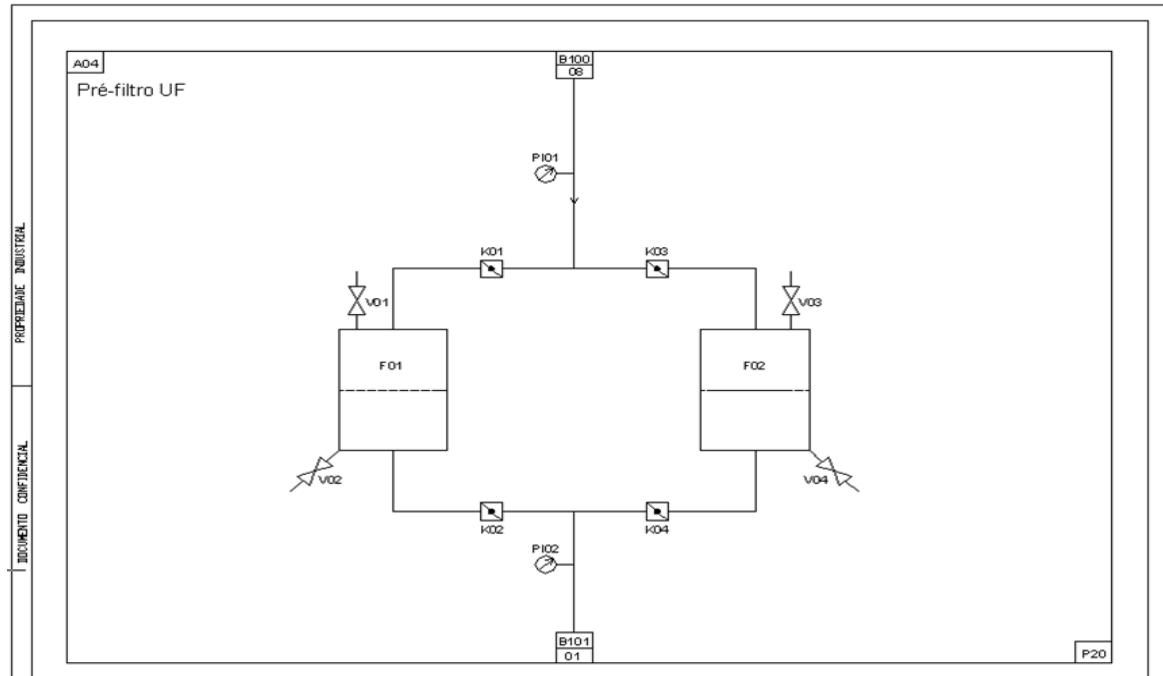
**Diagrama 10 :** Diagrama Unifilado, período Pintura.

Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

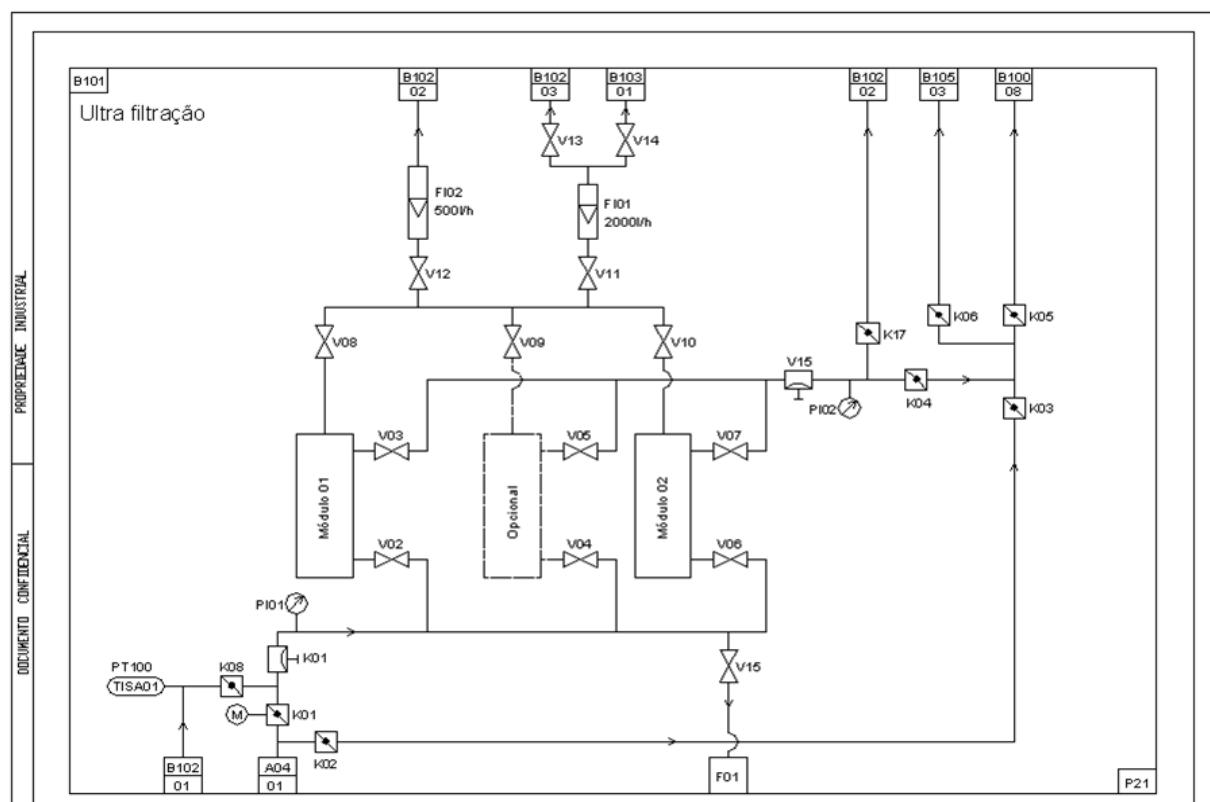


**Diagrama 11 :** Diagrama Unifilado, período Pintura.

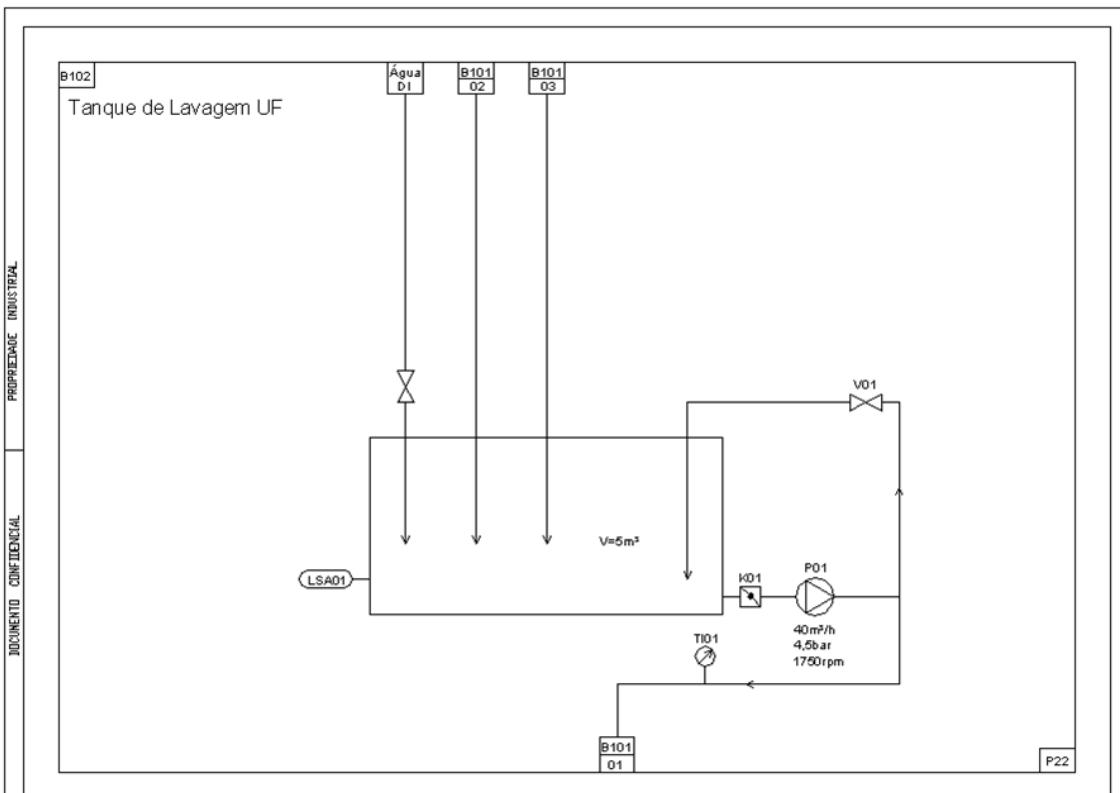
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



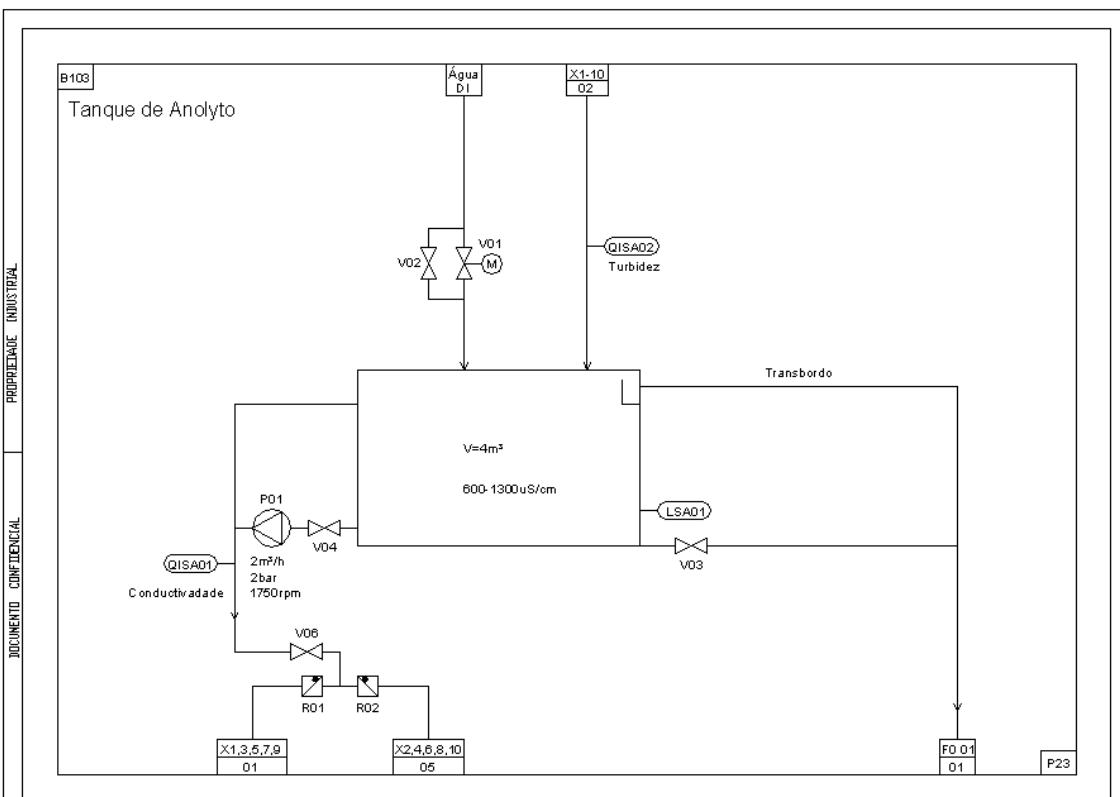
**Diagrama 12:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



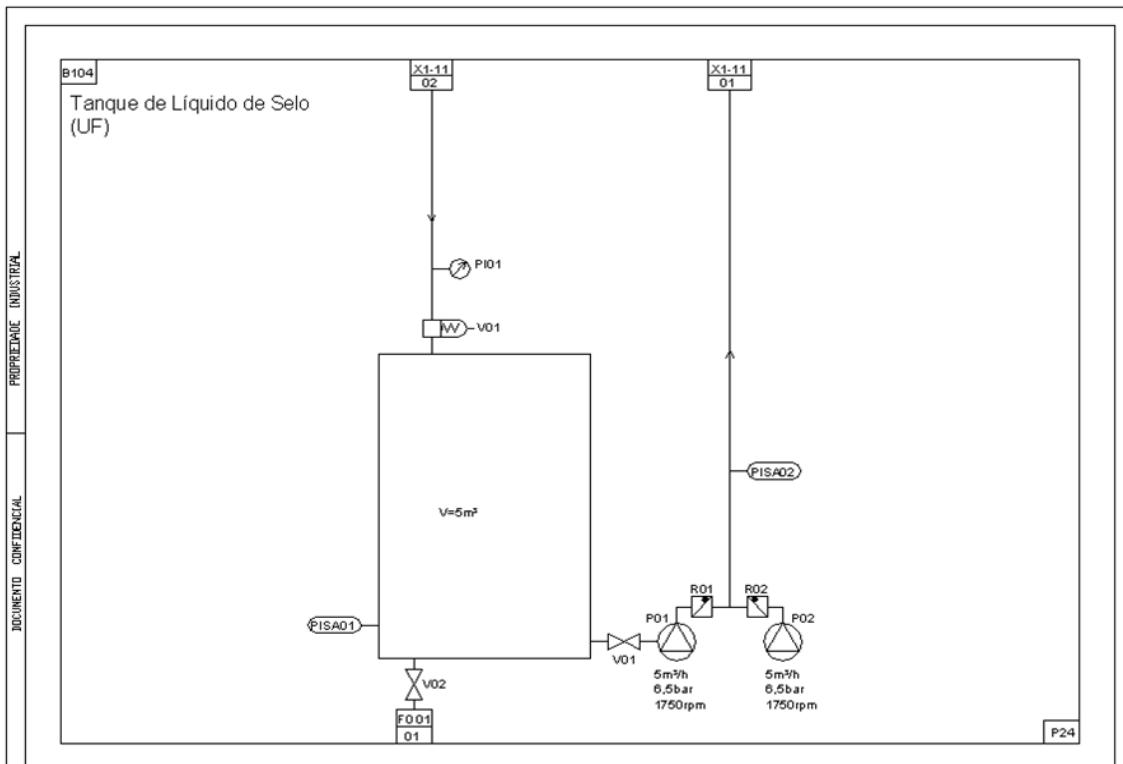
**Diagrama 13:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



**Diagrama 14:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da análise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

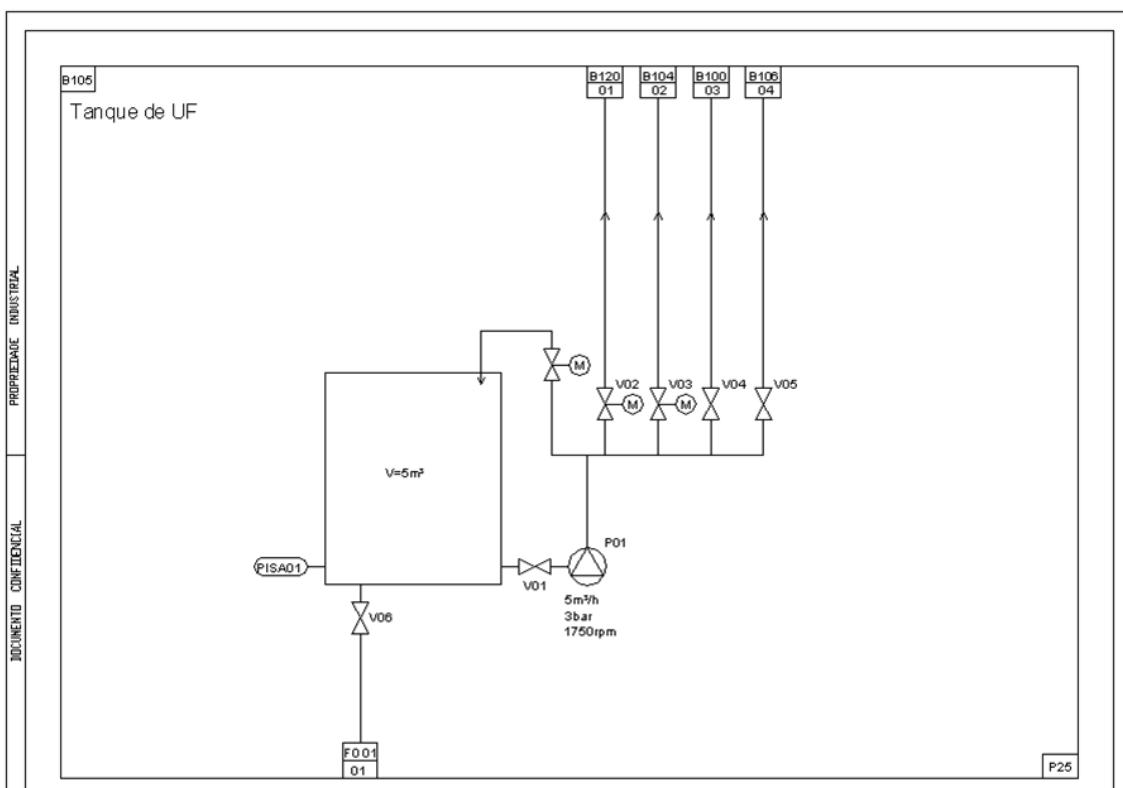


**Diagrama 15:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da análise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



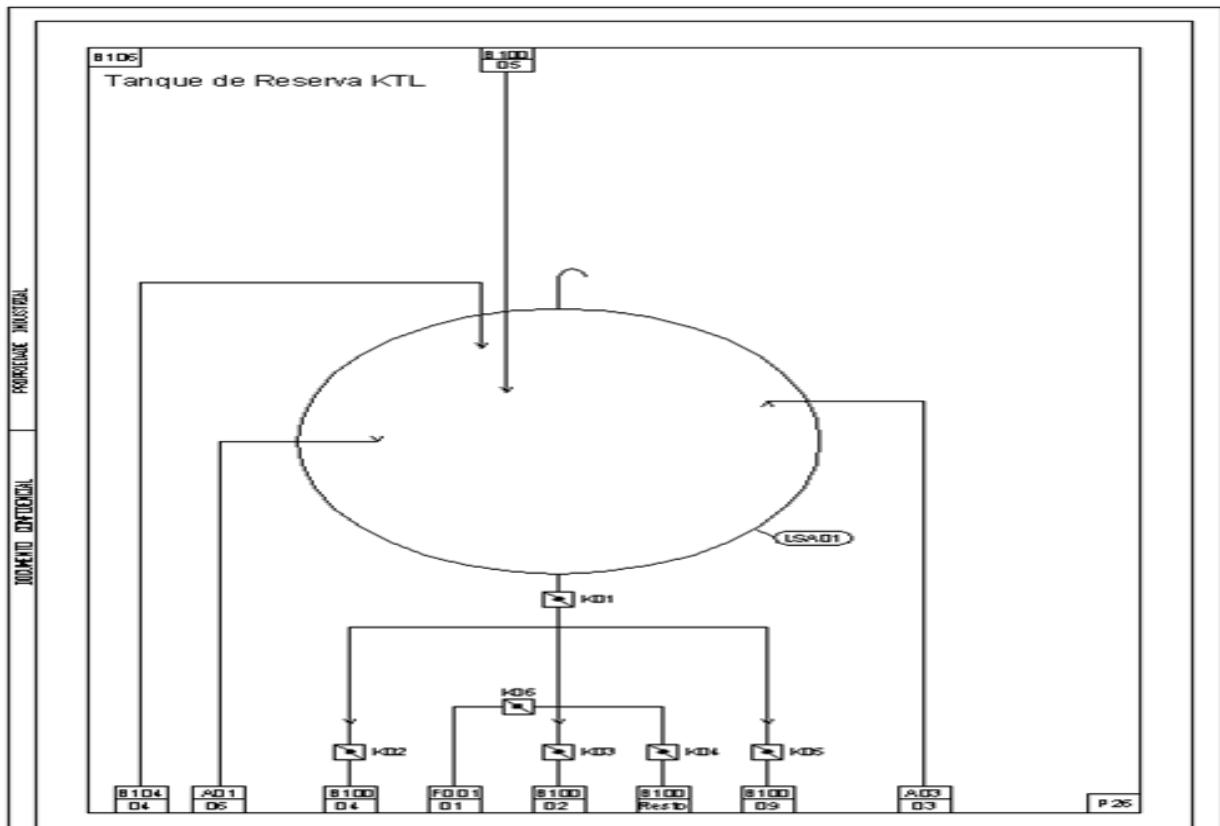
**Diagrama 16:** Diagrama Unifilado, período Pintura.

Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

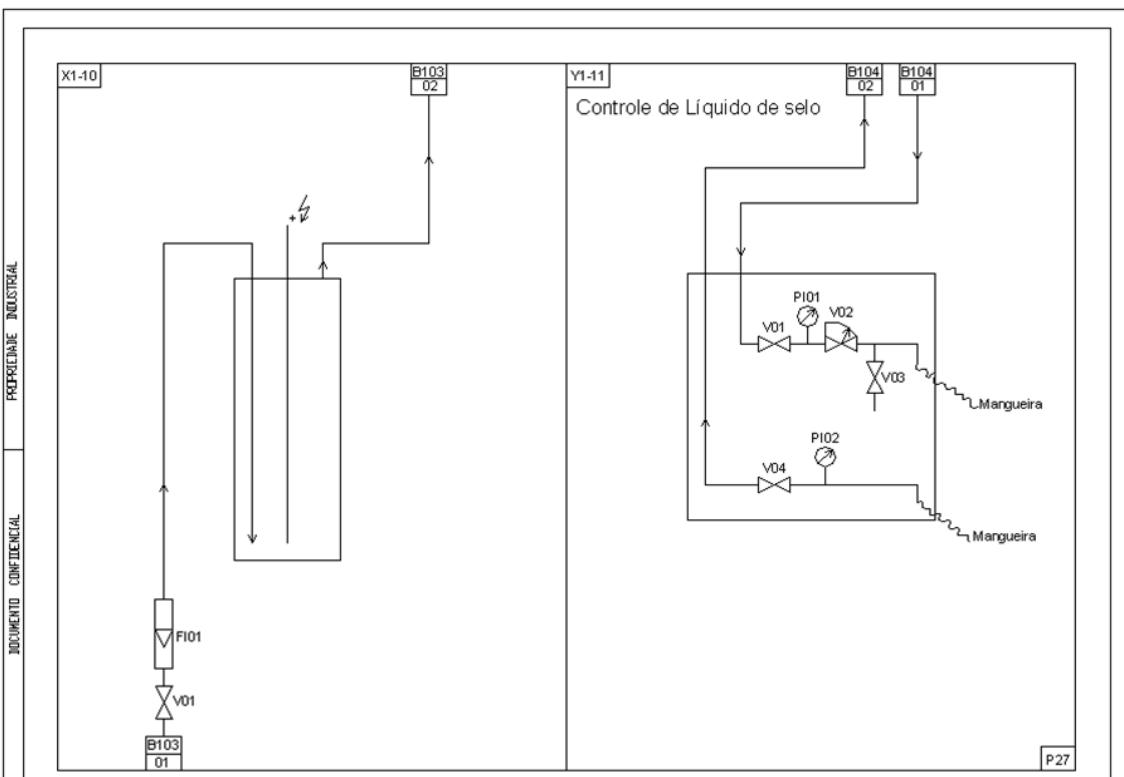


**Diagrama 17:** Diagrama Unifilado, período Pintura.

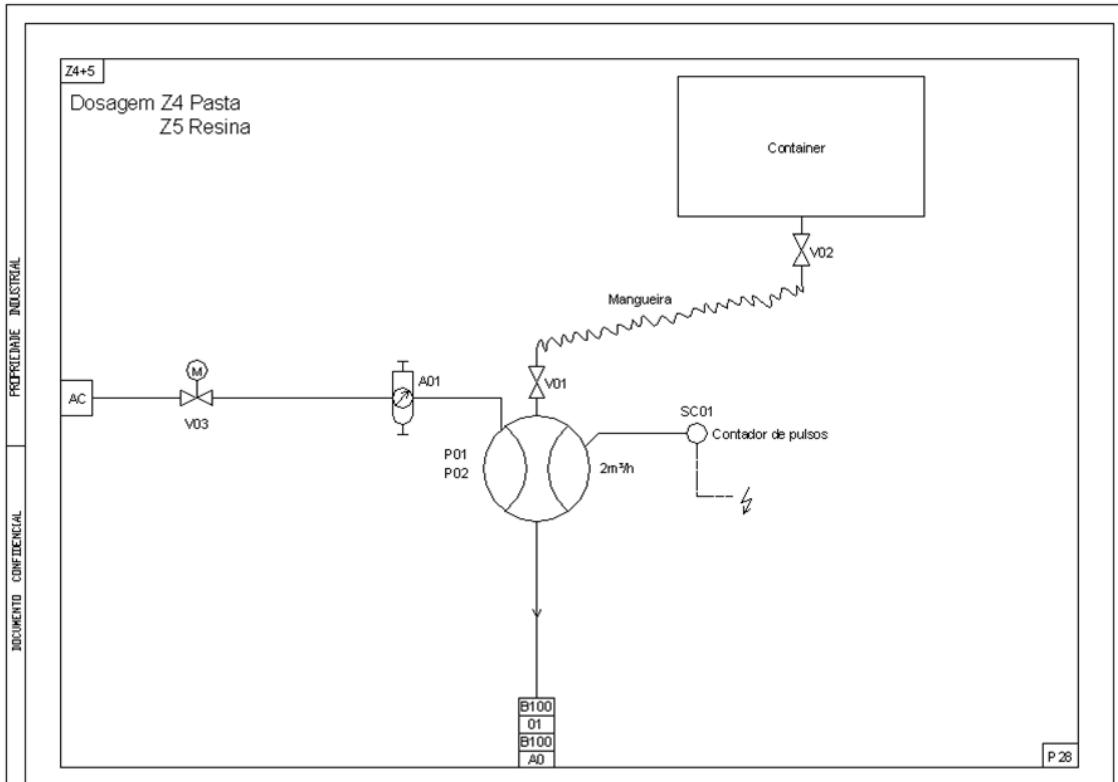
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



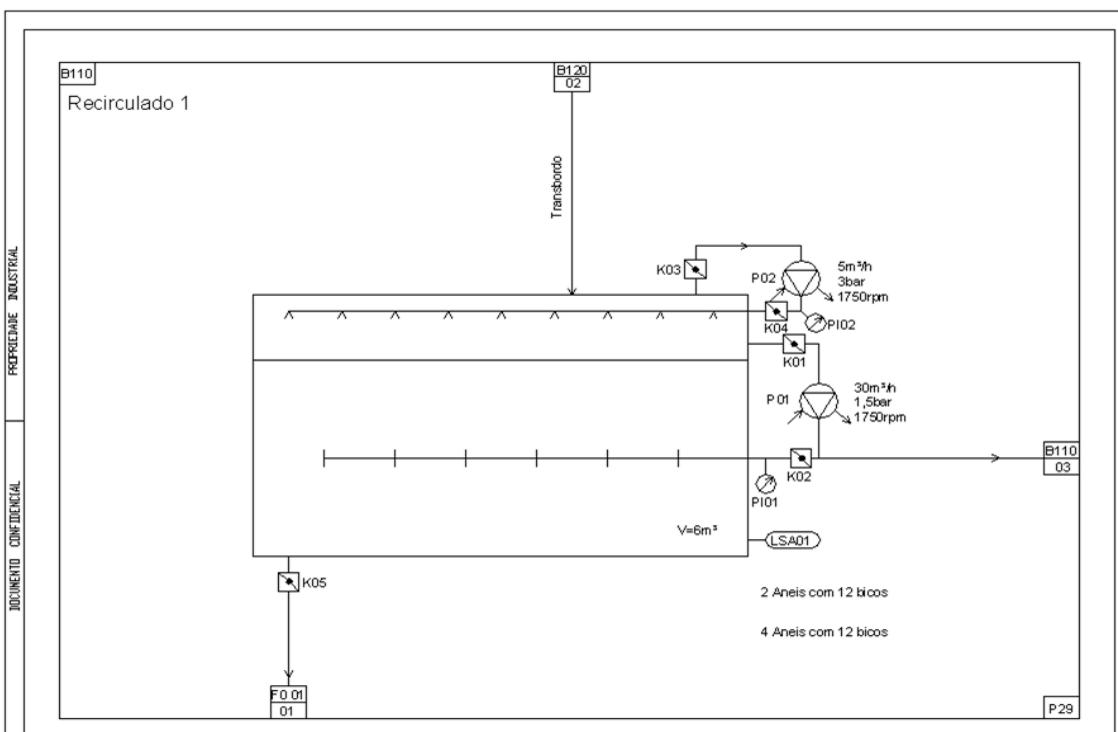
**Diagrama 18:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



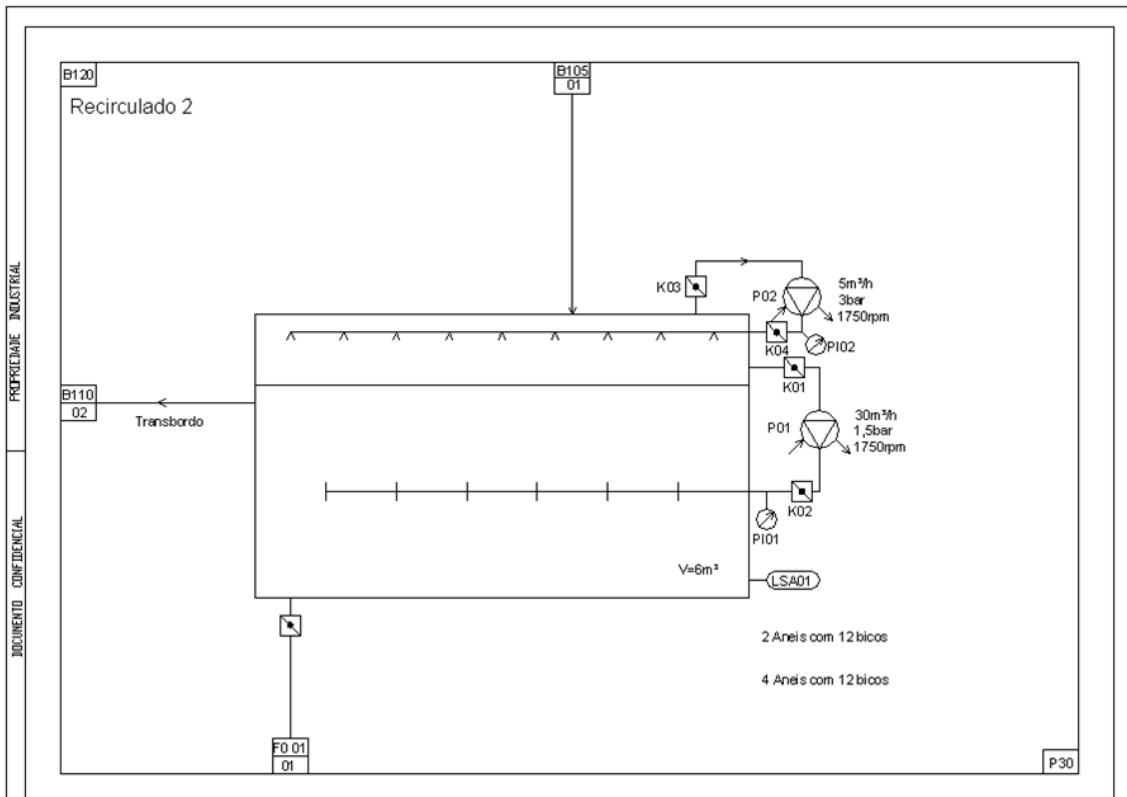
**Diagrama 19:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



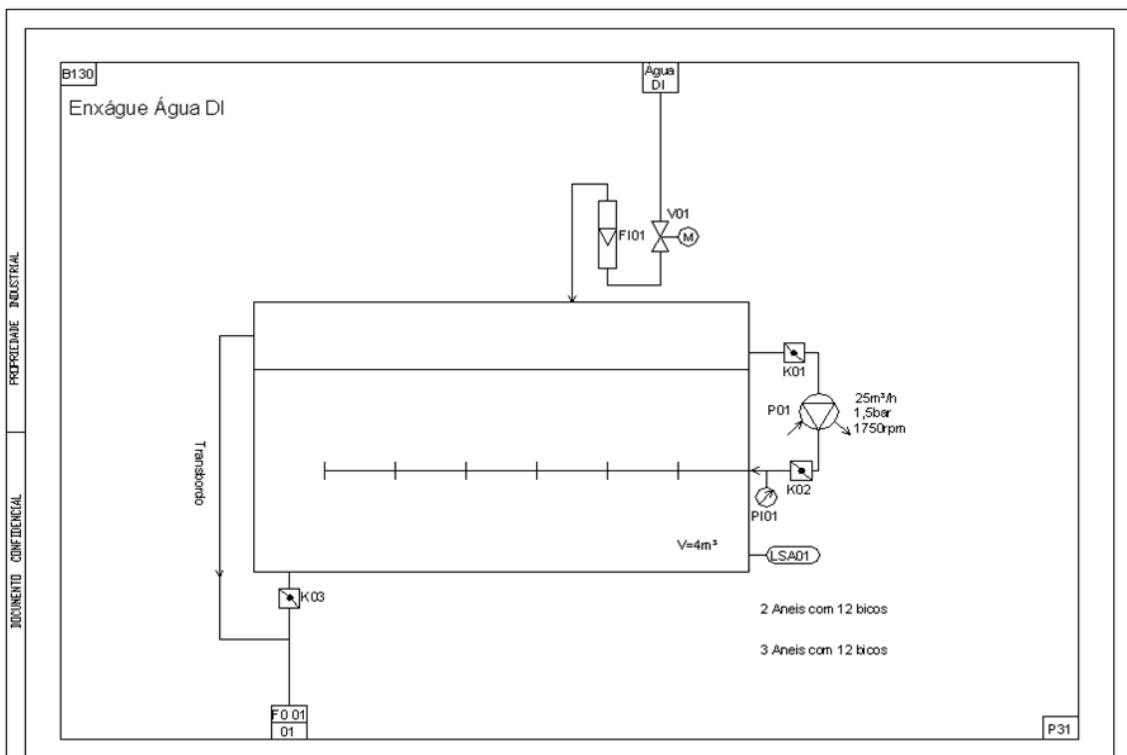
**Diagrama 20:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



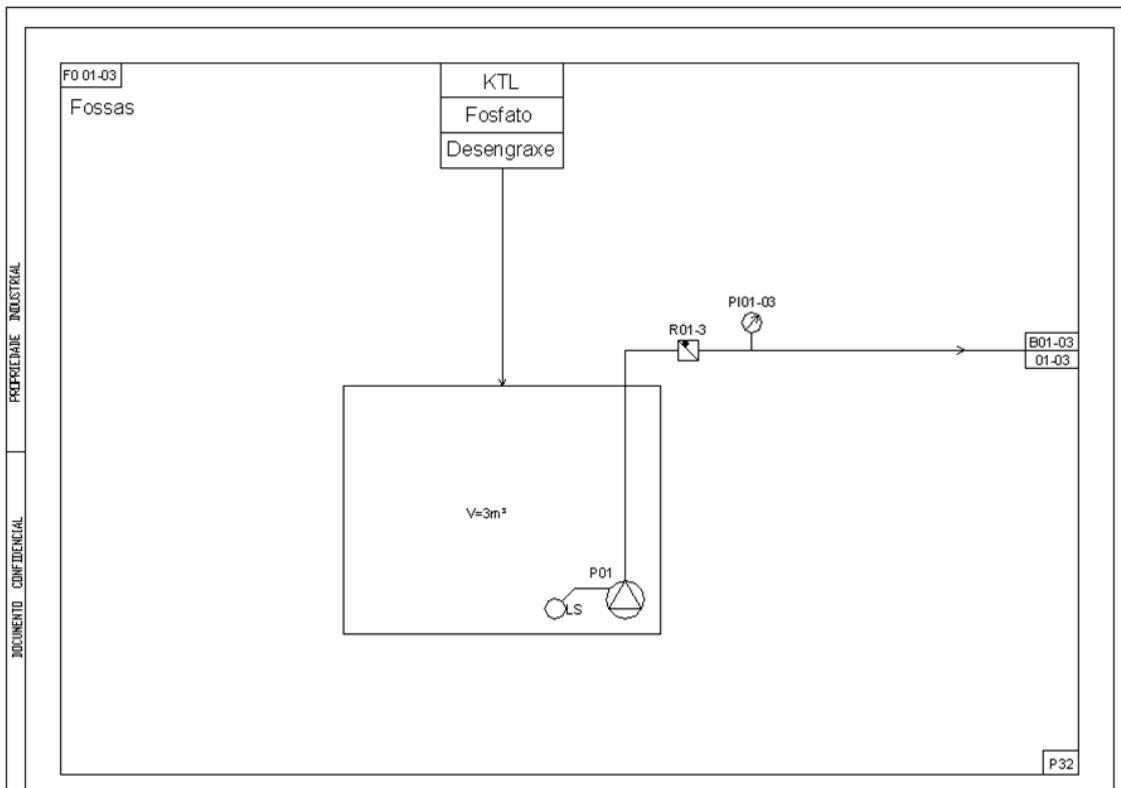
**Diagrama 21:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



**Diagrama 22:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da análise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



**Diagrama 23:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da análise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.



**Diagrama 24:** Diagrama Unifilado, período Pintura.  
Elaborado a partir da analise do projeto, pertencente a pesquisa , 2012.

## 9.1 Projeto

### 9.1.1 Planos de Função:

A) Pré-aquecimento pré-tratamento  
Horário de início:  
segunda-feira  
terça - quinta-feira

- 1) B51
  - a) ligar queimador
  - b) temperatura da água (90°C) Ok
  - c) ligar B51 P01
- 2) B10 (Desengraxe 1)
  - a) B10 LSA01 -----o  
B10 K04 aberto -----&  
B10 K05 aberto -----&  
a) B10 V01 e B10 TISA01 ativado
- 3) B53 P01
  - a) B53 LISA01 "A"-----o  
LISA01 "C"-----&  
B53 P01 ligar
  - b) B53 PISA01 min. 4,5 bar -----Liberação B50 P01 + P02
- 4) B50 (Fosfato de ferro)
  - a) B50 LSA01 -----o  
B50 K04 aberto -----&  
B50 K06 aberto -----&  
B50 K05 fechado -----&  
B50 K07 fechado -----&  
b) B50 V01 e TISA01 ativado
  - 5) Temperaturas Ok, liberação produção.

B) Ligação da linha "KTL" com tinta primeira vez.

ATENÇÃO: Circulação da tinta dentro de tanque principal (B100) é necessária (min. 3,5 vezes de volume por hora) sempre.  
Corrente de ligação automática da linha "KTL" com todos equipamentos periféricos (Visu: automatique)

1) B104 (tanque de UF de selo)

- a) B104 LISA01 SP."D"-----o  
B101 P01 preselecionado -----&  
Botão "ligar KTL"-----&  
b) B104 PISA02 min. 6 bar-----Liberação todas bombas com selo duplo

2) B100 (tanque principal de KTL)

Minha proposta: B100 P01 – P04 e B110 P02 com "soft-start"  
A causa: Proteção de filtros (filtro "bag")

- a) B100 P02 – P04  
B100 LISA01 "A"-----o  
LISA01 "F"-----&  
Botão "ligar KTL"-----&

Ligar P02 – P04 passo a passo

- b) B100 P01  
B100 LISA01 "A"-----o  
LISA01 "F"-----&  
B101 K01 "fech"-----&

Ligar B100 P01

- c) B101 (UF)  
B100 P01 ligado-----&  
B105 LISA01 "A"-----o  
LISA01 "C"-----&

B101 K01 abrir

- 3) B110 (Recirculado 1)  
B110 LSA01 -----o

B110 P02 ligar

- 4) B120 (Recirculado 2)  
B120 LSA01 -----o

B120 P02 ligar

5) Ligar "Chiller", ativar A03 TISA01 E A03 V05

ATENÇÃO: Após instalação das celulares anodos ativar circulação com água DI. Plano de função olhar equipamentos periféricos.

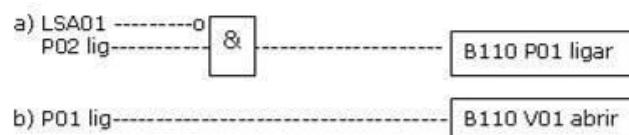
### 9.1.2 Produção:

#### A) Pré-tratamento



#### B) KTL

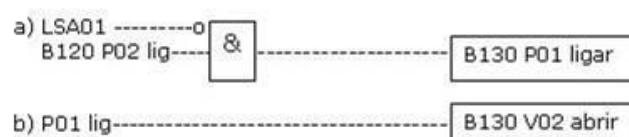
##### 1) B110 Recirculado 1



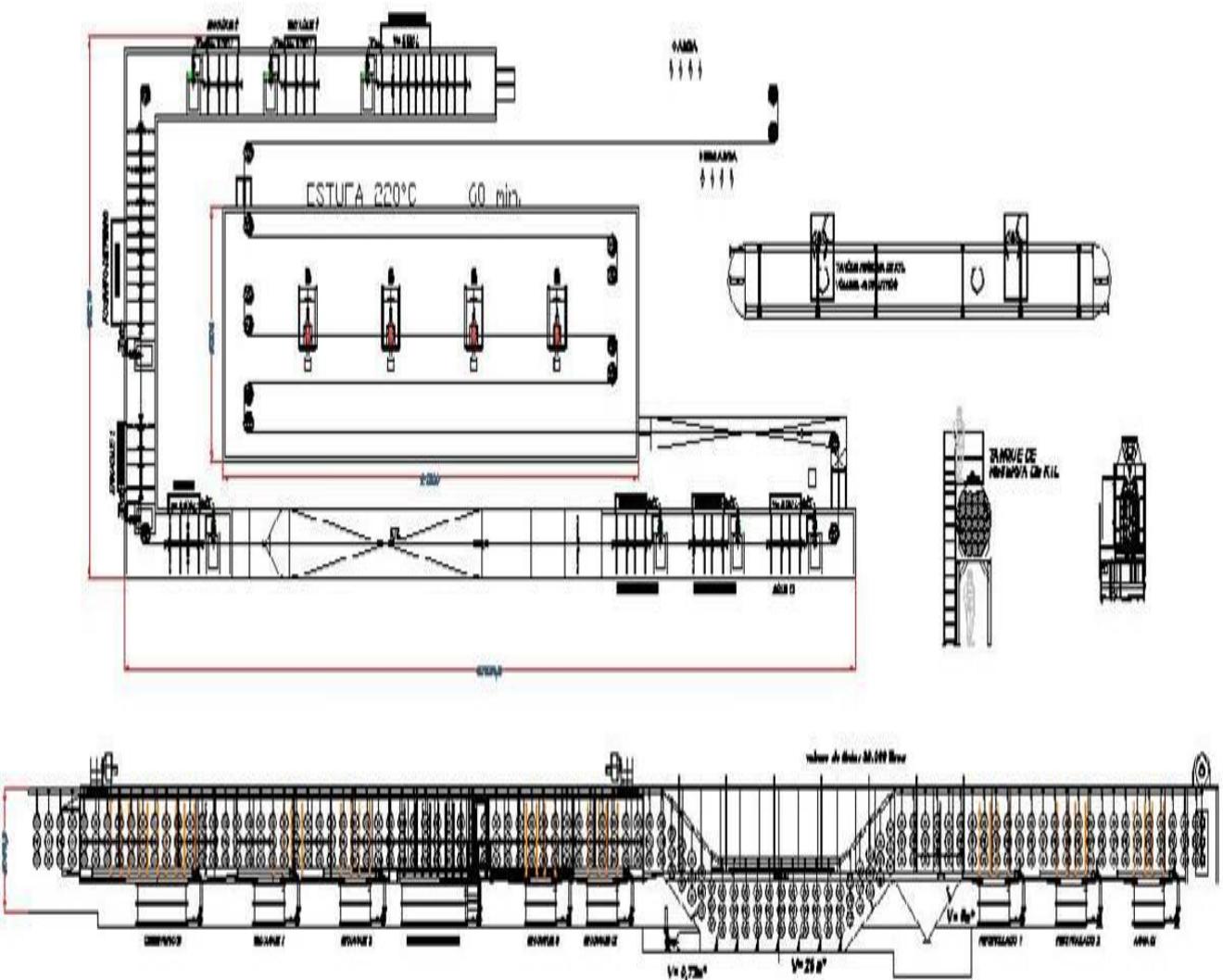
##### 2) B120 Recirculado 2



##### 3) B130 Enxágue água DI



### 9.1.3 Lay - out:



## 10 CONCLUSÃO

Pode-se concluir depois de análises do projeto que o método KTL é uma moderna técnica para pinturas industriais e tratamento da superfície com qualidade.

Após os passos descritos no projeto, constata-se a importância do tratamento da superfície de materiais com a finalidade de possuir uma peça com rugosidades, aderências necessárias para processos de pintura onde o material ganha sua qualidade e estética de mercado.

O controle de qualidade mostra-se minucioso, com técnicas descritas e ensaios feitos por máquinas, equipamentos simples e de última geração.

É válido relatar o tratamento de efluentes, o qual tenta diminuir os problemas ambientais gerados com os diferentes compostos restantes do tratamento de superfície.

O tema escolhido foi um tema atual, de alto valor agregado e com um infinito caminho para criação de técnicas modernas. Além de unir várias partes da engenharia como a elétrica, mecânica, química, ambiental, materiais e de produção.



## REFERÊNCIAS

- CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de efluentes industriais.** 2 ed. São Paulo: Engenho Editora, 2012.
- FANCUTT, F. et al. **Protección por pintura de estructuras metálicas.** Madrid: Blume, 1971.
- GARCIA, A. **Ensaio dos Materiais.** São Paulo: Saraiva, 2000.
- GNECCO, C. et al. **Tratamento de superfície e pintura.** Rio de Janeiro: CBCA, 2003.
- LANDOLT, D. **Corrosion and surface chemistry of metals.** Lausanne: EPFL Press, 2007.
- MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. **Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem.** São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- NUNES, L. P. **Pintura industrial na proteção anticorrosiva.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciênciac, 1998.
- NUNES, L. P.; LOBO, A. **Pintura Industrial na Proteção AntiCorrosiva.** 3 ed. Rio de Janeiro: Interciênciac, 2007.
- NUNES, N. V. **Pintura Industrial: Aplicada.** Rio de janeiro: Maity comunicação e editora ltda., 1990.
- PICON, C. A. **Avaliação da corrosão de metais puros depositados sobre um aço SAE 1020 por aspersão térmica.** São Paulo: ABENDE/ABRACO/IBP/ABGM/PROMAI/PUC-Rio/UFSC, 2009.
- RIBBE, A. P. et al. **Corrosão e tratamentos superficiais dos metais.** Associação Brasileira de Metais, 1971.

SCHROEDER, E. **Pintura dos materiais de construção: seus problemas e soluções.** Porto Alegre : Renner Herrmann S a, 1965.

TELECURSO 2000. Curso profissionalizente: mecanica: **Ensaios de Materiais.** São Paulo : Globo, 1996.

TELECURSO 2000. Curso profissionalizente: mecanica: **Tratamento de Superfícies.** São Paulo : Globo, 1996.