



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
RENATA MIGUEL FÜCHTER

PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE
TINTAS AUTOMOTIVAS

Tubarão
Dezembro/ 2007

RENATA MIGUEL FÜCHTER

**PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE
TINTAS AUTOMOTIVAS**

Relatório apresentado ao curso de graduação
em Engenharia Química como requisito parcial
para aprovação na disciplina Estágio
Supervisionado curricular em Engenharia
Química.

Universidade do Sul de Santa Catarina

Supervisor : Comissão Designada pela Coordenação de Curso:

Prof Dr. Marcos Marcelino Mazzucco,

Prof^a Dra Maria Carminati Lima

Prof Msc César Renato Alves da Rosa,

Prof ^a Msc. Maria Ana Pignatel Marcon Martins

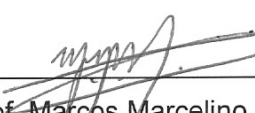
**Tubarão
Dezembro/ 2007**

Renata Miguel Fuchter

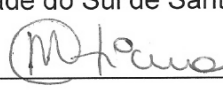
Proposta de melhoria no processo de fabricação de tintas automotivas

Este relatório foi avaliado e considerado adequado como requisito parcial na aprovação da disciplina Estágio Supervisionado em Engenharia Química da Universidade do Sul de Santa Catarina

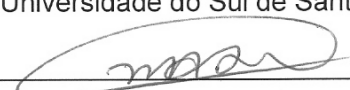
Tubarão, 20 de dezembro de 2007.



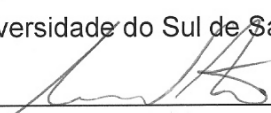
Prof. Marcos Marcelino Mazzucco, Dr
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof.ª Maria Carminati Lima, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof.ª Maria Ana Pignatelli Marcon Martins, MSc
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. César Renato Alves da Rosa, MSc
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho ao meu marido pela compreensão, paciência e apoio nesta jornada de aprendizado. Aos meus pais que sempre me apoiaram e me auxiliaram para a conclusão de mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela proteção, força e determinação que me ajudou a vencer mais esta etapa em minha vida.

A minha família pelo apoio imensurável neste período de aprendizado.

À Universidade do Sul de Santa Catarina e ao Curso de Engenharia Química que oportunizaram a realização deste trabalho.

À Empresa Anjo Química do Brasil pela oportunidade que me cedeu através deste projeto, de aplicar o conhecimento adquirido pela instituição de ensino.

RESUMO

O presente trabalho relata o projeto para Melhoria no Processo de Fabricação de Tintas Automotivas da Empresa Anjo Química do Brasil Ltda, com a proposta de implantação de um sistema de aquecimento de tambores de 200 L que armazenam resina acrílica que é a matéria-prima no processo de fabricação de tintas automotivas. A empresa Anjo Química do Brasil possui um sistema de produção manual para fabricar este produto e a resina é acrescentada no processo pela adição gravitacional. Esta matéria-prima é o componente mais importante na fabricação de tintas industriais e automotivas. Por possuir características que lhe confere alta viscosidade e pelo processo de fabricação ser manual, existe um atraso na produção pela demora na descarga desta matéria-prima dos tambores para os tachos de produção nos dias em que a temperatura ambiente não ultrapassa a 15°C. Foi proposto a instalação de um sistema de aquecimento do tambor que através da elevação da temperatura até 30°C, promoverá uma diminuição na viscosidade da resina facilitando o escoamento da resina contida no tambor para a utilização da mesma no processo. Com este projeto foi otimizando o processo de fabricação das tintas automotivas e industriais, evitando perdas de matéria-prima e diminuindo o consumo de solventes para limpeza interna dos tambores que serão reutilizados.

Palavras-chave: Resina, Solvente, Viscosidade.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- COMPORTAMENTO DA VISCOSIDADE EM RELAÇÃO À TEMPERATURA	30
FIGURA 2: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DE TINTA AUTOMOTIVA DA EMPRESA ANJO TINTAS.....	36
FIGURA 3: VISTA AÉREA DA EMPRESA ANJO QUÍMICA (SITE DA EMPRESA, 2007)	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: LIMITES DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA DAS SUBSTÂNCIAS.....	7
TABELA 2: PRODUÇÃO DE TINTAS NO BRASIL NOS ÚLTIMOS ANOS	10
TABELA 3: FATURAMENTO DE TINTAS NO BRASIL NOS ÚLTIMOS ANOS.....	11
TABELA 4. ALGUNS PIGMENTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS	15
TABELA 5. PRODUÇÃO DA ANFAVEA (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES).....	20
TABELA 6- TABELA IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS	25
TABELA 7. DADOS LABORATORIAIS DA VISCOSIDADE	29
TABELA 8. PRODUÇÃO ATUAL DO FUNDO PRIMER PU	30
TABELA 9. PRODUÇÃO DO FUNDO PRIMER PU COM AO AQUECIMENTO DO TAMBOR.....	31
TABELA 10. CUSTO PROJETO	32
TABELA 11. TEMPO DE ESCOAMENTO DA RESINA	32
TABELA 12. DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS.....	42

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	1
2.0 DESENVOLVIMENTO.....	2
2.1 Objetivo Geral	2
2.2 Objetivos Específicos	2
2.3 Fenômenos de Transferência: Calor	3
2.4 A HISTORIA DA TINTA.....	8
2.5 Justificativa:	22
2.6 Metodologia (Materiais e Métodos)	23
2.7 Resultados e Discussões	27
3.0 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE A - DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	36
APÊNDICE B - A EMPRESA.....	39
ANEXO A.....	42

1.0 INTRODUÇÃO

O fenômeno de transferência de energia mais utilizado pelas indústrias de processos químicos é na forma de calor. O setor de engenharia das empresas está principalmente ligado à aplicação dos princípios de transporte de calor aos problemas industriais.

O século XX colocou a disposição das indústrias de tintas, melhorias científicas e tecnológicas, proporcionando o surgimento de novas pesquisas sobre o conceito de tintas. Os laboratórios especializados vêm modificando e ampliando o mercado com novos revestimentos. Com as inovações tecnológicas, o processo de fabricação de tintas, está avançando cada vez mais quantitativa e qualitativamente, o que contribuiu bastante para que a tinta chegasse ao desenvolvimento que se encontra hoje.

As tintas são utilizadas para decoração, como películas protetoras de superfície, distribuição de iluminação, etc. Além do que uma superfície cuidada e bem pintada exprime uma sensação mais confortável, de cuidados e higiene que, de fato, esses produtos fornecem. Portanto, podemos entender que as tintas proporcionam um ambiente de higiene, iluminação, proteção e segurança.

Atualmente, a Anjo Tintas e Solventes é líder de mercado na maioria dos produtos que fabrica, possuindo mais de 10.000 clientes cadastrados em todo o Brasil, o que a torna uma das maiores e mais importante empresas do mercado de tintas e solventes.

O setor de fabricação de tinta para nivelamento (fundo automotivo), foram os setores que abrangeram o presente trabalho. O processo de fabricação compreende a mistura de matérias-primas em um reator tipo batelada, e a etapa de alimentação destas matérias-primas para o reator é o foco deste trabalho. A alimentação da resina acrílica compreende a primeira etapa de adição das matérias-primas e como possui viscosidade alta a mesma causa atraso no processo de fabricação em função da demora no escoamento do tambor para o reator.

A utilização da transferência de calor nesta etapa do processo implicará em agilidade na fabricação do produto, etapa muito importante para a rapidez nas entregas de pedidos. Na verdade a melhoria contínua de uma organização contribui para satisfação de seus clientes garantindo o sucesso da empresa.

2.0 DESENVOLVIMENTO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste projeto é agilizar o processo de fabricação de tintas automotivas da empresa Anjo Química do Brasil através da adaptação de um aquecedor elétrico ao tambor de resina acrílica que com o aumento da temperatura até 30°C ira promover a redução na viscosidade da mesma e acelerar a etapa de alimentação.

2. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a transferência de calor envolvida no processo de aquecimento;
Estudar o tempo ideal para diminuir a viscosidade da resina;
Estabelecer a temperatura que deve ser aplicada ao tambor;
Aumentar a produtividade;
Avaliar os ganhos que a empresa terá com a implantação deste projeto.

2.3 FENÔMENOS DE TRANSFERÊNCIA: CALOR

Cientistas e filósofos especularam sobre a natureza do calor por muitos séculos. Diz-se que Galileu construiu um dos primeiros termômetros, um aparelho no qual a dilatação do ar era usada para medir a temperatura.

Tanto em ambientes naturais, quanto os feitos pelo homem, oferecem-nos numerosas ilustrações dos mecanismos de transporte de calor, separados ou combinados (BENNEH, 1978, p.247).

A transferência de calor existira quando houver energia em trânsito devido à diferença de temperatura. Quando dois corpos com diferentes temperaturas são colocados em contato direto haverá um gradiente de temperatura ocorrendo transferência de calor do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura até que atinjam o equilíbrio térmico.

2.3.1 Fenômeno de transferência de calor por condução

A transferência de calor pela ação das moléculas é o se chama de condução. A condução de calor pode ocorrer através de sólidos, líquidos e gases. Sólidos opacos são geralmente condutores de calor por condução porque é a única forma pelo qual o calor pode ser transportado.

Entre processos industriais de transporte de calor, em que a condução é o mecanismo predominante, podemos citar, por exemplo, os tratamentos térmicos da borracha (vulcanização), tratamento térmico de peças de aço forjadas e o fluxo de calor através das paredes dos trocadores de calor (BENNEH, 1978, p.249).

Teorias atuais afirmam que os dois principais transportadores de calor nos sólidos são os elétrons e as ondas de estrutura (fônons). Entretanto, o calor também pode ser transportado, nos sólidos, por excitações magnéticas e por radiações eletromagnéticas [...] O mecanismo de transporte por eletros, que se aplica apenas aos condutores elétricos, admite que o calor, da mesma forma que a eletricidade, é

transportada por elétrons livres que se move pela estrutura do metal de forma análoga ao movimento das moléculas em um gás.

O segundo mecanismo de condução de calor em sólidos é a transmissão de energia vibratória entre os átomos ou moléculas adjacentes, na direção da temperatura decrescente. Esta transmissão de energia por ser encarada como fosse a superposição de ondas de ampla faixa de freqüências, que percorrem uma estrutura (cristalina ou amorfa) (BENNEH, 1978, p.253).

A condutividade térmica da maioria dos líquidos é pequena, com exceção dos líquidos metálicos. Uma das primeiras teorias sobre a condutividade térmica propôs um mecanismo pelo qual a energia passa por filas de moléculas com a velocidade do som [...] Um modelo mais elaborado admite que o líquido tem uma estrutura interna, através do qual flui o excesso de energia devido ao gradiente de temperatura, sendo transportado tanto pelo movimento entre as moléculas de nódulo a nódulo quanto pelo mecanismo de vibração de uma molécula dentro do seu nódulo estrutural (BENNEH, 1978, p.254).

A condução de calor em gases é regida basicamente pelo mecanismo de movimento randômico (difusão e colisão). As moléculas gasosas de alta temperatura difundem-se entre as moléculas gasosas de baixa temperatura, colidem com elas e lhe cedem energia cinética (BENNEH, 1978, p.255).

2.3.2 Fenômeno de transferência de calor por convecção

O transporte de calor por convecção é parcialmente regido pela mecânica dos fluidos, uma vez que o fenômeno envolve movimento de fluidos. Se a convecção é induzida pela diferença de densidade resultantes de diferenças de temperaturas no seio do fluido, chamamos de convecção natural. Por outro lado, se o movimento do fluido resulta da ação de forças externas, como um ventilador, chamamos de convecção forçada.

Um exemplo, que ilustra o processo tipicamente convectivo, é a operação de um “radiador” a vapor. Neste equipamento, o vapor ao se condensar, fornece calor que, após atravessar a parede do radiador por condução, se dissipa na atmosfera.

Uma parcela é perdida na superfície por radiação, mas contrariamente à indicação do nome do aparelho, esta parcela é pequena frente ao fluxo total de calor (BENNEH, 1978, P.248).

2.3.3 Fenômeno de transferência de calor por radiação

O transporte de calor por irradiação ocorre devido ao transporte de energia por radiação eletromagnética, ou fótons, com uma certa faixa de comprimento de onda. Por conseguinte, as mesmas leis que regem a faixa especial de comprimento de onda, que chamamos de luz visível, regem também as radiações de energia que chamamos de calor. Embora ocorra transporte de energia por radiação através de gases, líquidos e sólidos, estes meios absorvem alguma ou toda energia e, portanto, esta energia é irradiada mais eficientemente através do espaço vazio (BENNEH, 1978, p.248).

Um exemplo industrial de radiação predominante no transporte de calor é a fornalha de aquecimento de petróleo. Esta fornalha é, essencialmente, uma sala construída com materiais resistentes ao fogo, na qual se injeta e queima uma mistura de gases combustíveis (BENNEH, 1978, p.249).

2.3.4 Tipos de trocadores de calor

2.3.4.1 Trocadores de calor tubulares

Este trocado de calor é constituído por dois tubos concêntricos, com um dos fluidos escoando pelo tubo central enquanto o outro flui, em corrente paralela, ou em contracorrente, no espaço anular.

O trocado de calor tubular não tem o seu uso restrito à troca térmica entre dois líquidos, mas pode também ser usado entre dois líquidos, mas pode também ser usado entre gás-líquido e na troca de calor entre gases. Os materiais de construção são diversos, dependendo dos fluidos do processo. Qualquer dos dois fluidos pode escoar do espaço anular, ou no interior do tubo central, em velocidades relativamente elevadas, o que contribui para melhorar o processo de transferência de calor.

2.3.4.2 Trocadores de casco e tubo

Quando a área de troca térmica é grande, o tipo de trocador recomendado é o casco e tubo. Neste tipo de calefador ou resfriador é possível conseguir elevadas áreas de troca térmica, de maneira econômica e prática, montando-se os tubos em feixes; as extremidades dos tubos são fixadas no espelho.

O escoamento paralelo em todos os tubos e a baixa velocidade contribuem para coeficientes de transmissão de calor baixos e para pequena queda de pressão. Para que se tenham maiores taxas de troca térmica é necessário adotar a operação em passes múltiplos. A complicação do projeto resulta às vezes, em despesas de fabricação que devem ser melhoradas em melhorias no desempenho. Outra desvantagem dos trocadores de passes múltiplos é a perda extra por atrito provocado pelas velocidades mais altas e as perdas na entrada e na saída dos distribuidores.

Uma escolha satisfatória do tipo e do projeto de um trocador de casco e tubo dependerá de um compromisso entre diversos fatores como o custo, a facilidade de limpeza, as temperaturas, a corrosão, a pressão de operação, a queda de pressão e os riscos de segurança.

2.3.4.3 Trocadores de calor com a superfície ampliada

Quando a troca térmica está ocorrendo entre dois fluidos, com um deles tendo uma resistência muito elevada à transferência de calor é esse fluido de resistência alta que controla a taxa de transferência de calor. Esses casos acontecem, por exemplo, no aquecimento do ar pelo vapor de água, ou no aquecimento de óleo muito viscoso, em regime de escoamento laminar, por uma mistura de sais fundidos. Para compensar a elevada resistência do óleo ou do ar, a superfície de troca térmica exposta a estes fluidos pode ser aumentada pela extensão da superfície, como, por exemplo, mediante a adição de aletas à superfície externa do tubo.

2.3.5 Condutividade Térmica

A condutividade térmica k tem amplas faixas dependendo da composição química do material, temperatura e estado físico. O efeito da pressão na condutividade de sólidos e líquidos, não costuma receber grandes cuidados por parte dos engenheiros, provavelmente, porque, principalmente, os sistemas a calcular trabalham em pressões próximas à atmosfera, e também, porque ocorrem outros efeitos devidos a outros fatores, como a presença de impurezas, que mascaram a influência da pressão e, como foi mencionado anteriormente, a condutividade térmica de um gás ideal é independente da temperatura. Conforme tabela 1, as substâncias usuais no mundo da engenharia apresentam a condutividade térmica dentro destes limites.

Tabela 1: Limites de Condutividade Térmica das substâncias

[k, kcal/(h)(m)(°C)]	
Gases	0,0015 – 0,15
Líquidos	0,015 – 1,5
Sólidos	1,5 - 150

Fonte: BENNEH.C.O.MYERA.J.E. **Fenômenos de transporte**. McGray-Hill. São Paulo.1978.(p.257)

Uma decorrência desta diferença de ordem de valor é que, no interior de um material que **apresenta** duas fases, é extremamente difícil prever a condutividade térmica. A condutividade térmica é calculada a partir das frações mássicas ou de volume não leva sempre a valores corretos.

2.4 A HISTORIA DA TINTA

A pintura de superfície vem sendo utilizada a milhares de anos com um aperfeiçoamento gradual através dos tempos à medida que as civilizações vêm se desenvolvendo desde a pré-história. A pintura era utilizada para a decoração de cavernas e outros tipos de moradia. Arqueólogos têm descoberto desenhos em cavernas e gravuras sobre rochas do tempo da Era Glacial, que utilizavam óxido de ferro, cal, carvão, ocre vermelho ou amarelo, terra verde, branca e outras. Muitos desses pigmentos são utilizados até hoje. As cores eram preparadas e pintadas com os dedos. Esses pigmentos eram retirados da natureza, de rochas, argilas, madeira e plantas.

Os egípcios empregavam goma arábica, clara e gema de ovo, gelatina e cera de abelha para preparar seus veículos ligantes. Como proteção para cascos de embarcações da época, utilizavam pinche, bálsamo natural e resina natural.

Os índios também usavam pigmentos para pintar suas canoas e seu corpo. Os ligantes eram ovos de salmão, óleo de peixe e banha de carneiro. Penas e plumagem de pássaros eram empregados como pincéis.

Na Europa Renascentista e no Oriente usavam uma série de pigmentos para elaboração de cores, misturados aos ligantes naturais que serviam de pintura sobre porcelanas. Após a Renascença cresceu o interesse pela utilização de óleos.

Leonardo da Vinci, arquiteto, engenheiro, cientista e artista italiano no século XII, também empregava um veículo similar, substituindo os vernizes naturais por óleos. (FAZENDA, 1995, p.39)

Watin, Apud Fazenda (1995, p. 39), em 1773 foi o primeiro a descrever tecnicamente a indústria de tintas e vernizes. As primeiras fábricas de verniz surgiram na Inglaterra em 1790; na França em 1820; na Alemanha em 1830 e na Áustria em 1843. A Grã-Bretanha e a Holanda foram as primeiras a produzir vernizes com técnicas mais apuradas.

A formulação das tintas era mantida em total sigilo, segredo passado de geração para geração. Como essas tintas eram preparadas em pequenas quantidades, utilizando moinhos arcaicos e misturadas manualmente, tornaram-se trabalhosas encarecendo o preço. E por esse custo elevado limitou o consumo a um pequeno grupo privilegiado da sociedade.

A Revolução Industrial foi de grande importância para a indústria de tintas e vernizes, foi a época de desenvolvimento de equipamentos mecânicos para a produção de tintas, deixando de ser um processo arcaico com misturas manuais, passando para um processo de produção em larga escala abastecendo um mercado bastante promissor.

2.4.1 Tintas no Brasil

Conforme o site da Abrafati (Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas) acessado em 04/09/2007, a história da indústria brasileira iniciou com imigrantes alemães, que apostaram no Brasil. Os pioneiros foram Paulo Hering, fundador das Tintas Hering (SC) e Carlos Kuernerz, fundador da Usina São Cristóvão (RJ). Após cem anos de pioneirismo da Hering, a história está dividida em três fases:

A primeira é a fase dos pioneiros, que iniciou com a fundação da Usina São Cristóvão em 1904 e vai até a implantação da empresa Sherwin-Williams, em 1944. Esta primeira etapa é marcada pela criatividade e pela transformação do artesanato que atinge o estágio industrial.

A segunda fase é a chegada da Sherwin-Williams e a implantação da Glasurit no Brasil. Sendo duas empresas internacionais que entram no mercado. Indústrias modernas, com projetos próprios e tecnologia avançada. Inauguração de pequenas empresas que se transformam em indústrias poderosas como: Globo, Polidura, Renner Herrmann e outras.

O terceiro período da história é o resultado do progresso dessas indústrias internacionais, com grande destaque da Renner Herrmann que absorve grande parte de empresas concorrentes (brasileira e estrangeira), como também instalou fábricas no Uruguai e Argentina.

Encontra-se no mercado três tipos de empresas no setor de tintas: grandes conglomerados, empresa de médio-porte administradas por familiares, e pequenas e médias indústrias que atendem segmentos específicos do mercado. O Brasil é um dos cinco maiores mercados mundiais para tintas. Na seqüência, segue os tópicos e as tabelas 1 e 2, do site da Abrafati, sobre o mercado de tintas e o setor em que se divide:

Fabricantes: cerca de 300 espalhados por todo o País;

Empregados diretos: 16 mil;

Faturamento total 2006: US\$ 2,05 bilhões;

Volume produzido 2006: 968 milhões de litros;

Previsão de crescimento 2007/2006: 6,0% a 6,5%.

Segmentos em que o setor de tintas no Brasil se divide:

Tinta imobiliária: representam cerca de 77% do volume total e 59 à 62% do faturamento;

Tinta para indústria automotiva (montadoras): 3,5% a 4,5% do volume e 6 à 7,5% do faturamento;

Tinta para indústria em geral (eletrodomésticos, móveis, autopeças etc.): 15,0% do volume e 23 à 25% do faturamento;

Tinta para repintura automotiva: 4% do volume e 9 à 10% do faturamento.

Tabela 2: Produção de tintas no Brasil nos últimos anos

VOLUME x10⁶ (Litro)					
ANO	Imobiliária	Repintura	Ind. Automotiva	Ind. Geral	Total
2006	741	40	40	147	968
2005	722	40	39	141	942
2004	701	37	37	138	913
2003	662	34	31	133	860
2002	663	33	30	131	857
2001	654	32	30	127	843

Fonte: Site da Abrafati acessado em 04/09/2007

Tabela 3: Faturamento de tintas no Brasil nos últimos anos

Faturamento x 10⁶ (dólar)					
ANO	Imobiliária	Repintura	Ind. Automotiva	Ind. Geral	Total
2006	1.206	191	152	501	2.050
2005	1.110	180	135	455	1.880
2004	888	139	107	366	1.500
2003	792	119	79	330	1.320
2002	672	101	67	280	1.120
2001	837	128	90	350	1.405

Fonte: Site da Abrafati acessado em 04/09/2007

2.4.2 Tintas: conceitos básicos

As tintas são substâncias químicas, normalmente líquidas e viscosas compostas por resinas, solventes, aditivos e pigmentos, dispersas na própria resina. Quando aplicado sobre uma superfície (substrato), ocorre o processo de cura formando um filme sólido, termoplástico ou termorrígido.

No filme termoplástico a cura da resina ocorre espontaneamente, enquanto que no tipo termofixo é necessário a ação de agentes catalisadores para a cura completa da resina.

Para um bom desenvolvimento de uma tinta é necessário que as matérias-primas constituintes da fórmula estejam combinadas para atingirem um equilíbrio, ou melhor, uma boa estabilidade, formando uma suspensão homogênea de minúsculas partículas sólidas. Segue então uma breve explanação sobre estes principais constituintes:

2.4.2.1 Resinas

É o veículo não volátil da tinta, responsável pela aglomeração das partículas sólidas de pigmentos, convertendo-o em película e fornecendo propriedades físico-químicas específicas ao produto, determinando inclusive o uso do produto e a sua secagem. Outro importante papel da resina é dar aderência, brilho e flexibilidade a tinta, diferenciando o tipo de tinta e revestimento a ser empregada. É o seu nome normalmente que designa o nome da tinta, por exemplo, tintas derivadas de resinas acrílicas, recebem o nome de tintas acrílicas.

Segundo Fazenda (1995, p. 100), o mecanismo de secagem e cura das resinas depende do tipo de resina como pode ser visto a seguir:

Secagem sem reticulação: o solvente mantém a tinta e laca líquidas, evaporando da película após a aplicação sobre a superfície. As moléculas da resina se aproximam e produzem um filme, contínuo e aderente ao substrato.

Secagem oxidativa: a reticulação polimérica obtida através da ação do oxigênio do ar sobre as duplas ligações dos ácidos graxos presentes na estrutura do polímero, na maioria das vezes é uma resina alquídica.

Secagem por reação de cura entre duas resinas a temperatura ambiente: são sistemas bicomponentes fornecidos em embalagens separadas, que são misturadas em quantidades já estipuladas antes da aplicação. A afinidade química entre os dois componentes poliméricos forma a reticulação e conseqüentemente a estrutura tridimensional a temperatura ambiente. Para que a reação ocorra no tempo adequado, são utilizados catalisadores, ou oligômeros. As resinas desse tipo são: sistema epóxi-amina, epóxi-poliâmida, poliuretânicos e etc.

Sistemas de secagem termoconvertíveis de cura: é a reticulação da reação entre duas resinas (ou entre resina e um agente reticulante) em condições adequadas de temperatura e tempo. Um sistema monocomponente, sendo que a velocidade de reação responsável pela reticulação é baixa na temperatura ambiente. As condições para que ocorra a reticulação variam com o tempo, de 1 à 30 minutos e a temperatura de 100 à 250 °C. Exemplo de resinas: sistemas alquídico-melamina,

acrílico-melamina, epóxi-fenólico e etc. Ocorrendo necessidade do uso de catalisadores adequados em certos casos.

Sistemas de cura por radiação: segundo Fazenda (1995, p. 1037), estes sistemas caracterizam-se pela ocorrência de reações químicas entre o polímero (também denominado resina ou veículo) da tinta e o solvente da mesma, quando após a aplicação o revestimento é submetido à ação de energia radiante. O polímero e o solvente têm condições de reagir entre si de forma controlada: as reações ocorrem após a aplicação da tinta e sob a ação de energia radiante, em condições previamente determinadas.

2.4.2.2 Solventes

São responsáveis pela diluição da resina sem alterar suas propriedades químicas, sendo totalmente solúveis e possuindo afinidades (compatibilidades) com a mesma, controlando a viscosidade e secagem da tinta.

2.4.2.3 Pigmentos

São pequenas partículas sólidas finamente divididas, que são aglomerados pela resina e após a secagem formam uma camada uniforme sobre o substrato. Muitos autores adotam o termo “colorante” para qualquer substância sólida ou líquida responsável por dar cor a um determinado material. E diferenciam o colorante tipo “pigmento” (pigment) e o colorante tipo “matiz” (dye), sendo que os pigmentos são insolúveis no meio em que são aplicados e as matizes ou corantes são solúveis. Eles contribuem na formação da parte sólida da tinta, no poder de cobertura e conferindo a cor aos polímeros. Sendo utilizados pelo homem com finalidades decorativas e artísticas desde o tempo da pré-história, onde já eram retirados de plantas ou minerais. Somente no século XVIII surgiram os primeiros pigmentos sintéticos. Além de conferir cor, os pigmentos podem aumentar o brilho, opacidade, durabilidade e resistência à corrosão.

Para aplicação industrial os pigmentos são analisados de acordo com várias características físicas, químicas e físico-químicas, das quais as principais são:

Poder de tingimento: definido como o quanto de sua própria cor o pigmento transmite para um branco-padrão;

Poder de cobertura: é determinado em função da área coberta por unidade de massa do pigmento existente no revestimento. O poder de cobertura pode ser influenciado por fatores como tamanho e forma das partículas e índice de refração do conjunto pigmento/veículo;

Solidez à luz: é a capacidade que um pigmento tem de reter a sua cor quando exposto à incidência luminosa. A solidez à luz geralmente é influenciada pela estrutura química, pelo grau de pureza ou mesmo pelas condições de exposição do pigmento;

Acidez e basicidade: indicadas pelo pH, são características químicas importantes, pois permitem verificar a compatibilidade do pigmento com determinados tipos de veículos;

Absorção de óleo: pode ser definida como a quantidade de óleo necessária para umectar perfeitamente todas as partículas de uma determinada massa de pigmento. Permite uma avaliação preliminar do comportamento do pigmento quanto à cor ou a textura, ou mesmo da consistência da linha acabada;

Sangramento: é a solubilidade do pigmento em determinados tipos de veículos.

Tabela 4. Alguns pigmentos orgânicos e inorgânicos

Inorgânicos		Orgânicos	
Aluminatos	Azuis	Ácidos	Azuis Vermelhos
Cromatos	Amarelos	Básicos	Azuis Vermelhos
Ferrocianetos	Amarelos Marrons Verdes Vermelhos	Azopigmentos	Amarelos Marrons Vermelhos
Óxidos	Amarelos Vermelhos Verdes Pretos	Antraquinonas	Amarelos
Silicatos	Azuis	Ftalocianinas	Azuis Verdes
Sulfetos	Amarelos Marrons	Tioíndigos	Vermelhos

Fonte: Fazenda (1995, p.564)

2.4.2.4 Talco mineral

Possuem baixo poder de cobertura e praticamente não interferem na tonalidade do revestimento, por não possuírem cor. A sua utilização se faz por duas razões: a primeira é técnica, sendo usado nas composições de alta pigmentação (como as massas e as tintas foscas) melhorando as características das tintas e revestimentos sem alterar a cor. A segunda é econômica, utilizado como enchimento, substituindo parcialmente o pigmento ativo, reduzindo o custo sem diminuir a qualidade.

2.4.2.4.1 Tipos de talcos minerais

Segundo Fazano (1998, p. 231) os tipos de carga são descritos a seguir:

Carbonato de cálcio natural e hidratado (CaCO_3): o processo de fabricação tem influência definitiva no tamanho da partícula e forma, as quais afetam as propriedades das tintas. Possui baixo custo, podendo agir também como neutralizante;

Talco: é um silicato de magnésio que existe na natureza com forma cristalina, laminar e granular misturadas. A qualidade acidular é utilizada em pinturas para exteriores e interiores, para aumentar a consistência e reduzir a sedimentação por sua grande absorção de óleo. Outra propriedade importante é sua resistência ao quarteamento quando em tintas aplicadas em exteriores;

Sulfato de bário: recebe o nome de barrita quando é de origem natural, e recebe o nome de branco fixo quando é precipitado. São de alta densidade, muito duros, insolúveis em água e muito resistentes a agentes químicos. Devido a sua baixíssima absorção de óleo são indicados para acabamentos onde é preciso brilho. O branco fixo é mais branco, possui partículas menores, sendo mais caro que a barrita. O branco fixo é também utilizado em pigmentos, para os quais serve como base sob a qual depositam-se os materiais corantes;

Mica: é um silicato de alumínio e potássio, suas partículas são laminares. Devido a sua estrutura extremamente laminar, diminui a permeabilidade do filme aumentando assim a resistência a umidade e a agentes químicos. Por sua alta resistência dielétrica e resistência ao calor é útil para recobrimentos e como isolante.

2.4.2.5 Aditivos

Os aditivos são responsáveis por promover melhores propriedades à tinta, ou seja, a qualidade e aspecto do filme. Seu uso deve ser criterioso, pois a adição incorreta ou teores exagerados pode trazer problemas ao produto. São exemplos de aditivos os secantes, responsáveis pela secagem da tinta; os antipeles que evitam a formação de pele ou nata na superfície da tinta, quando a mesma ainda encontra-se

na embalagem, parcialmente cheia ou aberta; anti-sedimentantes, que diminui a tendência à sedimentação e etc.

2.4.3 Os principais segmentos de tintas

O mercado de tintas é dividido por vários segmentos (linhas) que direcionam o desenvolvimento e particularidades da mesma, conforme seu destino final ou substrato de aplicação. Os principais segmentos são:

2.4.3.1 Tinta para impressão gráfica

A tinta é responsável pela comunicação com o consumidor através de revistas, jornais, anúncios, embalagens e tantos outros meios. Além da qualidade da cor, brilho e custo, outras características devem ser consideradas, como a compatibilidade da tinta com os inúmeros substratos do gênero, toxicidade, etc. Alguns dos processos gráficos mais conhecidos são: tintas para impressão offset, para impressão flexográfica com base solvente e base água, e tintas para impressão rotogravura com base solvente.

2.4.3.2 Tinta imobiliária

É o principal segmento, corresponde a 60% de toda a produção nacional de tintas. Destinado para a decoração, de prédios, casas, lojas, fábricas (construção civil). Protegendo e embelezando o ambiente, deixando-o limpo e agradável.

2.4.3.3 Tinta moveleira

Esse segmento é destinado ao embelezamento e conservação de móveis, deixando-os com aspecto moderno ou rústico, conforme o gosto do consumidor. A tinta moveleira possui vernizes de várias cores e tintas que imitam aparência de mármore e granitos, essenciais para uma boa qualidade e acabamento.

2.4.3.4 Tinta de manutenção industrial

A tinta industrial tem a finalidade de proteção das diversas superfícies metálicas, contra corrosão (oxidação), sendo também utilizada para segurança industrial, embelezamento e proteção contra aderência de vida marinha nos cascos de embarcações.

2.4.3.5 Tinta automotiva

A indústria automotiva é composta por grandes empresas internacionais, em intensa competitividade no mercado. O setor automotivo é o coração da política industrial e o centro das políticas de transportes de energia, proteção ambiental e de pesquisas tecnológicas, sendo uma das atividades mais importantes na geração de renda, empregos e investimentos industriais no século XX, é o que relata Waterkemper (2004, p. 24).

O ramo automobilístico em 1999 empregava em torno de 10% da população, e a produção ultrapassou a barreira dos 54 bilhões de veículos produzidos, possibilitando um faturamento de 800 milhões de dólares anuais no setor automotivo, empregando aproximadamente 10 milhões de pessoas em todo o mundo direta e indiretamente. Os principais produtos fabricados são veículos de passeio (automóveis), veículos de uso misto (pick-ups, vans) e veículos de uso comercial (caminhões e ônibus), conforme dados da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores).

Por essas e outras razões, tem-se a preocupação com sua vida útil, ou seja, a durabilidade do automóvel. Um dos aspectos mais importantes para essa durabilidade é sem dúvida a pintura, a tinta protege o substrato, não deixando-o exposto a intempéries que aceleram a sua corrosão.

A complexidade dessa operação ou fase de processo na indústria automotiva pode ser analisada através das diferentes situações a que um veículo automotor pode estar exposto: lama, chuva, sol, poluentes atmosféricos, ambiente marítimo, cascalhos, clima frio e seco ou quente e úmido, neve, tempestades, etc., além de uma infinidade de produtos que se depositam sobre a pintura dos veículos diariamente. (FAZENDA, 1995, p.883).

Por esses motivos a indústria tem se preocupado em melhorar cada vez mais as tintas aumentando sempre que possível a vida útil do automóvel, garantindo não só a proteção, mas também a aparência e qualidade do automotor, segundo Fazenda (1995, p.883).

Atualmente o mercado da repintura automotiva vem ganhando espaço, por consequência do aumento constante da frota automotiva e pelo índice de acidentes. Também pela facilidade da classe mais humilde adquirir um carro usado e fazer reparos no mesmo, em oficinas preocupadas em se modernizar, profissionalizar, e investir no aperfeiçoamento de novas técnicas e aplicação de produtos.

Para que a pintura ou repintura automotiva seja eficaz e cumpra o seu papel, é necessária uma boa limpeza e preparação da chapa (superfície), sendo posteriormente aplicado o fundo e consequentemente o sistema de pintura da tinta de acabamento. Proporcionando não somente características protetoras, mas também uma ótima aderência e aparência, deixando o automóvel atrativo aos olhos do cliente.

Segue abaixo a tabela de produção da ANFAVEA :

Tabela 5. Produção da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores)

Ano	Automóveis	Comerciais leves	Caminhões	Ônibus	Total
2002	1.520.285	179.861	68.558	22.826	1.791.530
2003	1.505.139	216.702	78.960	26.990	1.827.791
2004	1.754.594	318.251	107.038	26.758	2.210.741

Fonte: site: ANFAVEA, acessado 04/09/2007

2.4.4 Métodos de aplicação de tintas

Para que a tinta tenha uma boa durabilidade (vida útil), a aplicação é tão importante quanto a limpeza da superfície e a correta seleção da tinta. A pintura se inicia com a homogeneização da tinta e ajuste da viscosidade ao processo de aplicação escolhido. A maioria das tintas é fornecida na viscosidade adequada ao método de aplicação, é o caso da aplicação a pincel ou rolo. Para aplicação à pistola a ar (sistema convencional), uma viscosidade mais baixa é necessária. Os solventes para o ajuste da viscosidade são adicionados à tinta em quantidades indicadas nas embalagens, sendo aconselhável utilizar os solventes recomendados pelo fabricante da tinta, pois o uso de solventes incompatíveis pode causar coagulações ou problemas de secagem na mesma.

Os métodos de aplicação segundo Waterkemper (2004, p. 21) utilizados são:

Aplicação a pincel: o tamanho e o formato do pincel é uma preferência pessoal do pintor. O pincel é mergulhado na tinta e em seguida raspados contra a lateral interna do recipiente de modo a distribuir a tinta entre os pêlos, formando um filme uniforme sobre a superfície;

Aplicação a rolo: os rolos são recomendados para aplicações de tintas sobre superfície planas, e para obtenção de certos efeitos ou desenhos decorativos. Após a imersão parcial na tinta, o rolo é colocado sobre o tabuleiro para remover o excesso de tinta e distribuí-la de modo homogêneo sobre a superfície. Para uma cobertura completa e uniforme especialmente sobre superfícies rugosas, o rolo deve

ser movimentado inicialmente em varias direções, sendo que os movimentos finais são feitos em uma única direção;

Aplicação por pulverização: a aplicação pelo método de pulverização rompe o fluido em pequenas gotículas antes que atinja a superfície a ser pintada, e a energia para esse trabalho é fornecida por diferentes fontes como:

Pulverização através de sucção da tinta do reservatório através de bomba hidráulica ou elétrica até a pistola em mangueira especial de alta pressão.

Pulverização através de eletricidade estática – sistema eletrostático;

Pulverização por ar comprimido – sistema convencional. Esse método é utilizado para a realização das aplicações nos laboratório de controle de qualidade das industrias químicas, devido a sua versatilidade. O mercado oferece uma grande quantidade de modelos de pistolas, possibilitando a aplicação dos mais variados tipos de tintas e a obtenção de efeitos especiais, podendo escolher a maneira de alimentar à pistola. A tinta é levada à pistola pelo vácuo, criado através da utilização de uma capa de mistura externa, a pressão atmosférica força do recipiente através de um duto, até o bico de fluido regulando o leque de tinta conforme a necessidade. As pistolas são equipamentos de elevada precisão, por isso são tomados alguns cuidados para obter uma boa aplicação como ajustar as dimensões do leque adequadamente ao serviço em execução; trabalhar com a pistola a uma distância de 15-25 cm da superfície a ser aplicada a tinta; regulagem do ar (pressão) na faixa indicada; manter a pistola perpendicular a superfície a ser pintada; mover a pistola paralelamente à superfície com velocidade constante para formar uma película uniforme sobre à superfície aplicada.

2.5 JUSTIFICATIVA:

Com o crescimento do ramo de tintas no Brasil é de interesse das empresas a produção e o atendimento rápido dos pedidos dos clientes. Com este intuito, propõe-se a construção de um aquecedor elétrico para um tambor de 200 L de armazenagem de resina acrílica para diminuir a viscosidade de escoamento e consequentemente o tempo de descarga da matéria-prima no processo produtivo. Para a produção da tinta de nivelamento (fundo automotivo) é necessário à dosagem de um tambor de 200 L de resina acrílica no reator tipo batelada. Para acrescentar o restante das matérias-primas da formulação, é necessário aguardar primeiramente que toda a resina seja dosada no reator. Este tempo gasto com a dosagem se eleva quando a temperatura ambiente não ultrapassa 15º C, ou seja, no período de inverno existe uma redução na produção dos produtos. Com o aquecimento do tambor de 200 L de resina consegue-se aumentar a viscosidade da resina. O produto será fabricado com maior agilidade. Portanto, considera-se importante a implantação de um sistema de aquecimento nos tambores de resina acrílica.

2.5.1 Descrição do dispositivo de aquecimento

O aquecedor elétrico para tambor de 200 L será constituído de uma cinta de aço inox, fecho de fixação, resistência tubular blindada e controlador de temperatura.

A resistência blindada é projetada para espalhar calor sobre a superfície do tambor.

O aquecedor elétrico consiste de uma cinta metálica de 571 mm de diâmetro envolvida por uma resistência blindada que irá trabalhar na faixa de temperatura de 15 °C a 30°C, controlada por um termostato.

2.6 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

2.6.1 Métodos Analíticos

Os ensaios realizados nos laboratório são análises físico-químicas da resina acrílica.

2.6.1.1 Ensaio de viscosidade

O equipamento utilizado para o ensaio de viscosidade foi o viscosímetro Brookfield (Conforme NBR 9277).

2.6.1.1.1 Definição

A viscosidade é dada pela relação de força e resistência exercida pelo produto.

2.6.1.1.2 Descrição

- Receber a amostra;
- Ajustar a temperatura da amostra para 25^aC;
- Ligar o estabilizador;
- Ligar o botão que se encontra na parte de traz do aparelho (Brookfield);
- Remova a proteção do eixo e aperte qualquer tecla;
- NOTA: Imediatamente o aparelho iniciará autocalibração;
- Aguarde estabilização e aperte qualquer tecla;
- O spindle deve ser preso ao eixo do equipamento, seguindo alguns cuidados:
 - Ter a certeza de que o motor do aparelho está desligado (aparecerá OFF no display);

- Firmar o eixo com os dedos, no ato da colocação do spindle. O eixo não poderá sofrer nenhum tipo de força (“pancada”) para que não seja danificado;
- Spindle deverá ser preso ao eixo na mesma hora que estiver sendo mergulhado na amostra a ser analisada;
- Observar se o produto cobre a marca de nível do spindle, quando pertinente;
- Nunca permitir que o spindle toque o fundo do recipiente do produto medido;
- Apertar no botão “MOTOR ON/OFF ESCAPE” para ligar;
- Selecionar a rotação (RPM) desejada;
- Aperte a tecla “SET/SPEED” e com o auxílio das setas (↑ ↓) aumentar ou diminuir a rotação. Escolhida a rotação, aperte novamente a tecla “SET/SPEED” para confirmar;
- Em seguida, aperte a tecla “SELECT/SPINDLE” e com o auxílio da setas (↑ ↓) selecione o spindle desejado. Confirme apertando novamente na tecla “SELECT/SPINDLE”;

NOTA: Quando o spindle usado pertencer ao Kit Helipath, ligar o motor Helipath (acessório acoplado ao suporte do Brookfield).

Aguardar a estabilização da amostra e iniciar a medição da viscosidade, medida em cP.

2.6.1.1.3 Equipamento e material utilizado

Brookfield e termômetro.

2.6.2 Identificação de Riscos

Tabela 6- Tabela identificação dos riscos

Local	Risco
Perigos mais importantes	Produto inflamável, toxicidade dos vapores
Efeitos adversos à saúde humana com a Ingestão	Pode induzir irritação na boca e garganta. Ingestão de pequenas quantidades podem produzir distúrbios no aparelho digestivo central como dores de cabeça, fraqueza, desmaios e náuseas. Grandes quantidades ingeridas podem levar a perda da consciência
Efeitos adversos à saúde humana com contato com os olhos	Vapores e contato do produto com os olhos podem causar conjuntivite química
Efeitos adversos à saúde humana com o contato com a pele	Podem causar ressecamento, fissuras, irritações e dermatites
Efeito adverso à saúde humana com a inalação	Podes causar irritação das vias respiratórias, além de dores de cabeça, desmaios e náuseas. Inalações de altas concentrações podem levar a perda da coordenação, enfraquecimento e perda da consciência
Efeitos ambientais	Por ser solúvel, o produto permanece nas águas afetando o ecossistema
Perigos físico/químico	Inflamabilidade a 37,3°C

2.6.3 Protocolo de segurança

Monitoramento da concentração dos vapores nas áreas de utilização. Utilizar ventilação/exaustão nos locais de trabalho.

2.6.3.1 Equipamentos de Proteção Individual

2.6.3.1.1 Proteção respiratória

Máscara com filtros para proteção de vapores orgânicos.

2.6.3.1.2 Proteção das mãos

Luvas de borracha Látex/ Neoprene/ ou outros resistentes a solventes orgânicos.

2.6.3.1.3 Proteção para os olhos

Óculos de segurança para produtos químicos.

2.6.3.1.4 Proteção para pele e corpo

Avental de PVC, sapato de segurança ou outros de acordo com as condições de trabalho.

2.6.3.1.5 Medidas de Higiene

Em caso de emergência utilizar ducha e lava olhos. Não comer, beber , ou guardar alimentos no local de trabalho. Após o trabalho lavar as mãos com água e sabão.

2.7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.7.1 Resultados

2.7.1.1 Cálculo do tempo de aquecimento do tambor

O objetivo deste calculo é determinar o tempo que levará para aquecer tambor até 30º C.

$$\Delta cp = \frac{\Delta W}{mv}$$

Δcp = Capacidade calorífica

ΔW = Taxa de calor

m = Massa

v = Taxa de aquecimento

$$\Delta cp = \frac{6,88 \times 10^6 \text{ cal}}{200 \times 10^3 \text{ g} \times 15^\circ \text{ C}}$$

$$\Delta cp = 2,2936 \text{ cal} / \text{ g}^\circ \text{ C}$$

$$Q = m \times cp \frac{dT}{dt}$$

Q = calor

m = massa

cp = Capacidade calorífica

dT = Variação de temperatura

dt = Variação do tempo

$$Q = m \times cp \frac{dT}{dt}$$

$$1911,2 \text{ cal} / s = 200 \times 10^3 \text{ g} \times 2,2936 \text{ cal} / \text{g}^\circ \text{C} \times \frac{15^\circ \text{C}}{dt}$$

$$t = 3594,6s \quad \text{ou}$$

$$t = 0,99h$$

2.7.1.2 Cálculo do gasto energético para aquecer o tambor até 30°C

$$\text{Custo da energia elétrica} = 0,36 \text{ R\$} / \text{KWh}$$

$$\text{Gasto} = 0,99h / \text{tambor} \times 8 \text{ KWh} \times 0,36 \text{ R\$}$$

$$\text{Gasto} = 2,85 \text{ R\$} / \text{tambor}$$

O custo para aquecer um tambor de resina será de R\$2,85/tambor, sendo que um tambor consegue-se produzir uma formulação de 818 kg da tinta de nivelamento. Com isso o custo energético anual será:

$$\text{Custo da energia elétrica / ano} = 88 \text{ formulações} \times R\$2,85$$

$$\text{Custo da energia elétrica / ano} = R\$250,80$$

2.7.1.3 Avaliação da viscosidade da resina acrílica em laboratório

Na tabela 7 encontram-se os dados referentes ao testes de viscosidade da resina acrílica efetuado no laboratório, onde através de um reservatório contendo água quente, promoveu-se à elevação da temperatura da resina acrílica e no mesmo instante mediu-se a viscosidade da mesma no aparelho viscosímetro brookfield.

Tabela 7. Dados laboratoriais da viscosidade

Temperatura Resina (°C)	Viscosidade (Centipoises) (Brookfield DVII+)
15,7	115452
20,0	98000
24,5	77000
30,0	32800
35,0	18900
40,0	14840

Verificou-se na tabela 6 que com o aumento progressivo da temperatura houve uma redução na viscosidade da resina acrílica. Com isso constatou-se que o aquecimento da resina promovera redução no tempo de escoamento da resina do tambor para o reator.

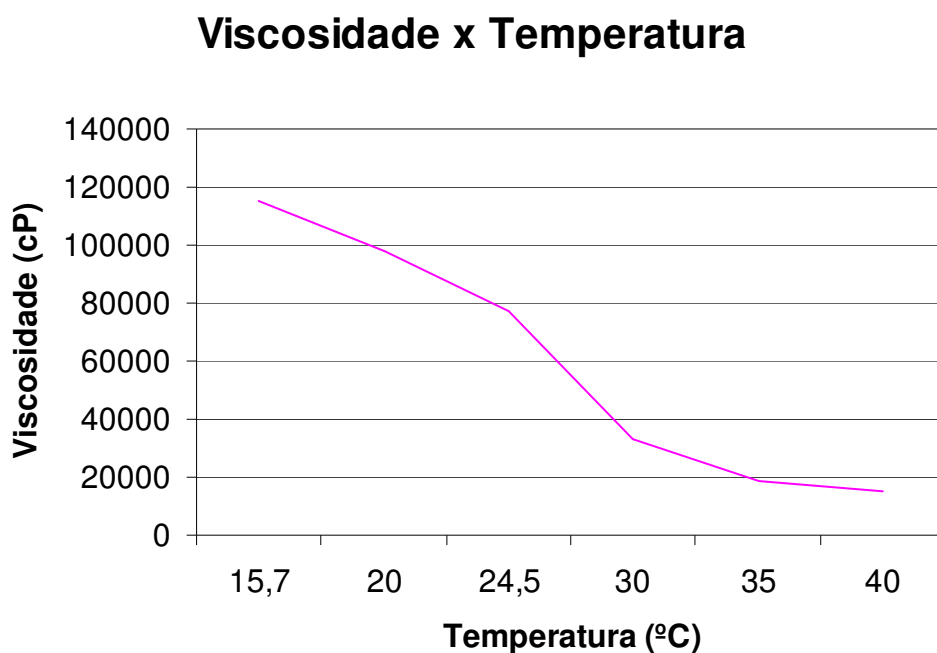


Figura 1- Comportamento da viscosidade em relação à temperatura

2.7.1.4 Levantamento da produção atual da tinta de nivelamento (fundo automotivo)

A tabela 8 refere-se a dados atuais da produtividade por dia, mês e ano da tinta de nivelamento (fundo automotivo).

Tabela 8. Produção atual do fundo primer PU

Nº de formulações no período Quente (Temperatura acima de 15°C)	Nº de formulações no período Frio (Temperatura abaixo de 15°C)	Total
3 formulações /dia	2 formulações /dia	5 formulações /dia
66 formulações /mês	44 formulações /mês	110 formulações /mês
528 formulações /ano	176 formulações /ano	704 formulações /ano

Considerações: Número de meses do período quente 8. Número de meses período frio 4. Produção de 8 hora/dia. Trabalhados 22 dias por mês.

Constata-se verificando a tabela 7 que quando a temperatura ambiente encontra-se abaixo de 15°C a produção/dia da tinta de nivelamento sofre redução de 3 formulações para 2 formulações por dia.

2.7.1.5 Levantamento da produção com o projeto proposto do fundo primer PU:

A tabela 9 refere-se a dados da produtividade por dia, mês e ano da tinta de nivelamento (fundo automotivo) com a implantação do projeto proposto.

Tabela 9. Produção do fundo primer PU com ao aquecimento do tambor

Nº de formulações no período Quente (Temperatura acima de 15°C)	Nº de formulações no período Frio (Temperatura abaixo de 15°C)	Total
3 formulações/dia	3 formulações /dia	6 formulações /dia
66 formulações /mês	66 formulações /mês	132 formulações /mês
528 formulações /ano	264 formulações /ano	792 formulações /ano

Considerações: Número de meses do período quente 8. Número de meses período frio 4. Produção de 8 hora/dia. Trabalhados 22 dias por mês.

Verifica-se que a produção da tinta de nivelamento (fundo automotivo) se mantêm a mesma em 3 formulações por dia.

2.7.1.6 Custo do projeto proposto

Tabela 10. Custo projeto

Equipamento	Preço (R\$)
Cinta metálica	150,00
Fecho	15,00
Termostato	50,00
Resistência blindada	300,00
Total	515,00

Peso de uma formulação: 818 kg

Lucro com a fabricação de 1kg do fundo primer PU: R\$ 4,63

2.7.1.7 Tempo de escoamento de resina acrílica do tambor para o reator

Tabela 11. Tempo de escoamento da resina

Temperatura resina (°C)	Tempo (min)
15	120
30	35

2.7.2 Discussão

Avaliando os risco em manusear a resina acrílica, constata-se ser mais seguro trabalhar com aquecimento até 30°C, pois é a temperatura que atinge o ponto de fulgor da mesma. Avaliando os resultados dos testes de viscosidade no laboratório que se refere ao comportamento da viscosidade da resina com o aumento da temperatura nota-se que com aquecimento até 30°C é suficiente para alterar sua viscosidade inicial, já que o processo atual também requer esta temperatura para ser considerado ideal, ou seja, a temperatura que atinge em dias quente é próxima de 30°C.

Com o aquecimento elétrico do tambor de resina até 30°C, conseguiu-se aumentar a produção em 88 formulações de 818 kg por ano, sendo que o lucro com a venda de 1kg da tinta de nivelamento (fundo automotivo) é de R\$ 4,63 tem-se um ganho anual de R\$ 333.285,92, porém com o gasto energético do projeto R\$ 250,80 o ganho real será de 333.035,12. Com isso constatou-se que o projeto é viável e atende aos objetivos.

Com o aperfeiçoamento constante dos processos das indústrias de tintas e vernizes amplia-se o processo de fabricação e isto contribui na determinação da fatia de mercado que a empresa pretende adquirir com sua tecnologia empregada. Com este projeto a empresa Anjo Química do Brasil Ltda poderá aumentar sua produtividade nos períodos frios do ano tendo com isso um ganho considerável em relação ao processo atual.

3.0 CONCLUSÃO

Para melhorar o desempenho do projeto, sugere-se iniciar o aquecimento do tambor no momento em que o operador estiver efetuando as pesagens das matérias-primas que serão acrescentadas a formulação. O aquecedor deverá ser conectado a rede elétrica quando o tambor já estiver na posição de alimentação do reator.

Este tipo de projeto requer muito cuidado no manuseio do equipamento quando o mesmo estiver em funcionamento, pois os riscos de acidentes quando se trabalha com produto inflamável é alto. É necessário seguir todas as orientações quanto ao protocolo de segurança para não correr perigo de acidente.

Com a adaptação do aquecedor ao tambor de resina nota-se o aumento na produtividade da empresa Anjo Química do Brasil, pois a empresa poderá manter a produção constante. Este projeto mostrou-se viável, pois possui baixo custo de instalação.

Apresentou-se como sugestão à empresa, estender a técnica a outros produtos que utilizam a mesma resina como matéria-prima ou que tenham viscosidade alta gerando dificuldade de escoamento do tambor.

REFERÊNCIAS

ABRAFATI. Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br>> . Acesso em: 04/09/07.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em 04/09/07.

ANJO QUÍMICA DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.anjoquimica.com.br>>. Acesso em 04/09/07.

FAZANO, Carlos Alberto T. V. **Tintas, métodos de controle de pinturas e superfícies**. 5ª ed. rev, atual. e ampl. São Paulo: Hemus, 1998. 345 p.

FAZENDA, Jorge M. R. et al. **Tintas & Vernizes: Ciências e Tecnologia**. 2ª ed. São Paulo: Texto Novo, 1995. v. 1 e 2.

FOUST.W.C.M.A.**Principio das operações unitárias**. McGray-Hill.Rio de Janeiro. 1982

BENNEH.C.O.MYERA.J.E.**Fenômenos de transporte**. McGray-Hill. São Paulo.1978

MAYA, Paulo Álvaro. Curso Básico de eletricidade. 3ª ed. São Paulo.

PITTS. D.R.SISSOM.L.E. **Fenômenos de transporte**.McGray-Hill. São Paulo.

WATERKEMPER, Julli Farias. Métodos de análises de matéria-prima em laboratório de controle de qualidade da linha automotiva da empresa Anjo Química. **Tubarão, SC. 2004. 44 p. Trabalho de conclusão de curso. UNISUL.**

FISPQ.**Ficha de segurança de produto química**. Empresa Águia Química. Resina Acrílica modificada.

APÊNDICE A - DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo industrial de produção de tinta automotiva da empresa Anjo Química possui 16 etapas fundamentais, como pode ser visto no fluxograma a seguir. Cada um destes processos estão descritos após o fluxograma.

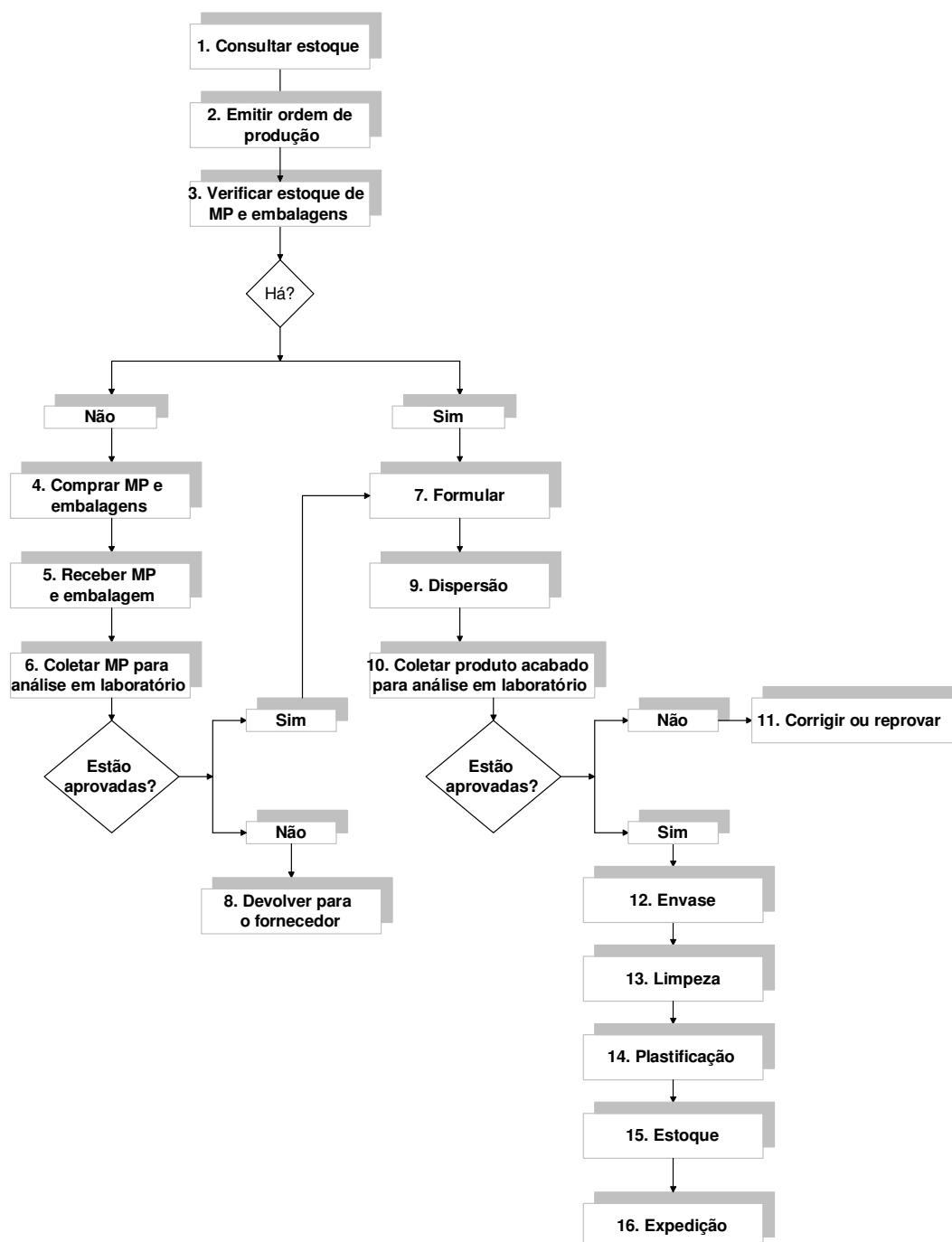


Figura 2: Fluxograma do processo produtivo de tinta automotiva da empresa Anjo Tintas

Conforme citado anteriormente, seguem as etapas do processo produtivo de tinta automotiva da referida empresa:

1) Consultar o estoque, verificar a necessidade de produção: Verificar os pedidos dos clientes, caso tenha em estoque enviar ao cliente.

2) Emitir ordem de produção: Caso não tenha produto estocado, ou pouca quantidade em estoque, é emitida ordem de produção para a produção.

3) Verificar estoque de matérias-primas e embalagens: Conforme os pedidos dos clientes checar o estoque de embalagens e matéria-prima.

4) Comprar matéria-prima e embalagens: Caso não tenha matéria-prima ou embalagem em estoque, fazer pedido para o fornecedor.

5) Receber matéria-prima e embalagens: As matérias-primas são recebidas em embalagens originais, frascos, sacos plásticos, papéis, bobonas e tonéis de latão, com peso de 10 a 200kg. As matérias-primas são armazenadas em ambientes e recipientes propícios. Conferir as embalagens que são utilizadas para envase do produto acabado, embalagens estas que variam de 900 mL à 18 L, e, 200g à 1kg, para complementos automotivos.

6) Coletar matéria-prima para análise em laboratório: Com auxílio de coletor específico para cada matéria-prima, é feita a retirada do material analisado para ver se estão conforme com a qualidade da empresa.

7) Formulação do produto: A mistura das matérias-primas sólidas e líquidas é realizada em tanques de metal com capacidade de até 2.000 kg.

8) Devolver matéria-prima para o fornecedor: as matérias-primas que estiverem fora das especificações, são devolvidas ao fornecedor, onde o mesmo responsabiliza-se em enviar para a empresa um novo lote do produto.

9) Dispersão: Os produtos das formulações passam pelo processo de dispersão, através de misturadores rápidos mecânicos com potência de 2,0 a 20 cv.

10) Coletar produto acabado para análise em laboratório: Antes de serem envasados os produtos passam por testes para verificar se estão conforme a especificação de qualidade estabelecido pela empresa, se aprovado o mesmo é liberado para envase. Esses ensaios são efetuados pelo laboratório de controle de qualidade que analisa todos as matérias-primas e produtos acabados.

11) Corrigir ou reprovar: Se o produto ficar fora do especificado, havendo a possibilidade é efetuada a correção, caso negativo é reprovado o produto.

12) Envase dos produtos: Após a liberação do laboratório de controle de qualidade, o produto é filtrado e envasado manual ou automaticamente, de acordo com o padrão estabelecido.

13) Limpeza dos equipamentos utilizados na produção e envase: Depois de realizado o envase dos produtos, é feito a limpeza dos equipamentos, a água ou solvente gerado são utilizados numa fórmula seguinte. Caso a mesma não tiver condições de uso em uma nova fórmula, é encaminhado para tratamento ou reciclagem.

14) Plastificação: Depois de feito o envase, as embalagens são agrupadas de acordo com a quantidade especificada para cada produto, colocadas sobre uma base de papelão e posteriormente passam pela plastificadora para serem estocadas.

15) Estoque: Os produtos são armazenados em locais secos e ventilados de acordo com sua capacidade de empilhamento.

16) Expedição: O carregamento é manual em caminhões, estes são transportados por vias rodoviárias.

APÊNDICE B - A EMPRESA

O estágio foi realizado na empresa Anjo Química do Brasil Ltda, que está localizada no sul do estado de Santa Catarina, na cidade de Criciúma.



Figura 3: Vista aérea da empresa Anjo Química (Site da empresa, 2007)

A Anjo Química do Brasil Ltda, como é mais conhecida, começou em um pequeno galpão alugado com o nome de Colombo Indústria e Comércio de Massas Plásticas, em abril de 1986. Tornando-se líder no mercado brasileiro em massa plástica, onde foi obrigada a transferir-se para outras instalações. A produção de massa plástica supera 252 toneladas por mês, começando também a produzir tintas e solventes, sendo líder de mercado de solventes até hoje, e concretizando o nome Anjo como referência de qualidade. Com o significativo aumento de produção, a Anjo amplia novamente suas instalações, investe em modernos equipamentos, formando uma parceria com seus profissionais, clientes e fornecedores. Conquistando a Certificação da Norma ISO 9002 e certificando-se mais tarde com a Norma ISO 9001/versão 2000, o que garante a qualidade

dos produtos que fabrica e torna-se uma das condições para atender a principal política de qualidade Anjo: *Ouvir e servir, profissionais, clientes e fornecedores.*

Possui um centro tecnológico, o CTA (Centro Tecnológico Anjo), formado por laboratório, cabine de pintura, biblioteca e auditório, onde são desenvolvidos os produtos Anjo e realizados treinamentos aos profissionais da empresa e aos clientes, sendo repassado todo o processo de aplicação dos produtos.

A Anjo possui três filiais, uma em São Paulo (SP), uma em Aparecida de Goiânia (GO) e outra em Recife (PE). Atualmente a Anjo Tintas e Solventes é líder de mercado na maioria de seus produtos e uma das maiores e mais importantes empresas do mercado de tintas e solventes. Os produtos Anjo estão presentes na América do Sul, África, sendo líderes na Bolívia, com boa participação no Paraguai, Uruguai, Argentina, Colômbia, possuindo mais de 21.000 clientes cadastrados em todo o Brasil.

Produzindo mensalmente em média 1.400.000kg de solventes, 475.000kg de complementos e 330.000kg de tintas. Atuando no mercado de tintas, solventes e complementos para automóveis, construção civil com base solvente e base água; tintas, solventes e pastas para embalagens plásticas e de papelão; tintas e solventes para proteção de indústrias.

A Anjo Tintas e Solventes possui 253 funcionários e 15 estagiários, conquistou quatro vezes o Prêmio Top de Marketing e foi duas vezes reconhecida pela Revista Exame, sendo a primeira, em 2002, pelo método de administrar a companhia, e a segunda, em 2004, por fazer parte do grupo de empresas mais inovadoras do Brasil.

A empresa possui quatro linhas de atuação:

- *Linha automotiva:* com 20 à 25% de participação de mercado em tintas, complementos automotivos e solventes, sendo o carro chefe da empresa;

- *Linha imobiliária:* ultrapassando 150 mil litros/mês de esmalte sintético imobiliário, atendendo a construção civil (residências , prédios, lojas);
- *Linha de impressão:* atendendo o mercado de impressão, indústrias plásticas com tintas e solventes;
- *Linha industrial:* atendendo pedidos de indústrias para proteção e embelezamento de equipamentos, onde os pedidos são desenvolvidos individualmente para cada cliente.

Nome e Razão Social: Anjo Química do Brasil Ltda

Cidade-Estado: Criciúma-SC

Setor do estágio: Processo Produtivo

Nome do Supervisor na Empresa: Daiane de Souza Medeiros

Período de estágio: 3 meses

ANEXO A**Dados Técnicos do equipamento:**

Tabela 12. Dimensionamento dos Equipamentos

Equipamentos	Dimensionamento
Cinta metálica	Diâmetro: 571 mm/ Largura: 120 mm
Termostato	0°C - 200°C
Elemento resistivo	Tubular blindada
Resistor	Fio níquel-cromo - Potencia 8000 W