

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Análise do Processo Produtivo de Amaciante visando
Melhorias no Produto Final a partir das Normas do INMETRO:
Um Estudo de Caso**

Carla Roberta Pereira

TCC-EP-16-2008

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Análise do Processo Produtivo de Amaciante visando
Melhorias no Produto Final a partir das Normas do
INMETRO: Um Estudo de Caso**

Carla Roberta Pereira

TCC-EP-16-2008

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: Prof. Dr. Wagner A. dos Santos Conceição

**Maringá - Paraná
2008**

Carla Roberta Pereira

**Análise do Processo Produtivo de Amaciante visando Melhorias no
Produto Final a partir das Normas do INMETRO:
Um Estudo de Caso**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof. Dr. Wagner A. dos Santos Conceição
Departamento de Engenharia Química, DEQ

Profª. Dr. Márcia Marcondes Samed
Departamento de Informática, DIN

Profª. Veronice Slusarski Santana
Departamento de Engenharia de Química, DEQ

DEDICATÓRIA

A Deus, juntamente a meu pai e minha mãe que me deram o maior de todos os presentes.

A VIDA.

EPÍGRAFE

Temos que ter força para ultrapassar nossas dificuldades,

Força para suportar as injustiças cotidianas,

Temos que ter força para seguir em frente,

Força para vencer na vida,

Tendo força você vai longe e vê que a vida não é só formada com o passar do tempo,

Mas, também, com a aplicação da força de vontade e esforço de cada um!!!

(Carla Roberta Pereira)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela minha vida, pela minha família e pelos verdadeiros amigos que colocaste em meu caminho e por me proporcionar tudo que necessito para meu crescimento intelectual, físico e moral. Agradeço pelas vitórias e, também, pelas derrotas e momentos difíceis, que me fizeram ver a vida e os problemas de outra forma, tirando grandes ensinamentos de cada um deles.

A meus pais, Oreste e Irene, por me conceberem a vida e por todos os esforços que fizeram por mim para que eu pudesse chegar aqui, hoje, e subir mais este degrau na minha caminhada. Obrigada por tudo. Que possamos estar cada dia, mais unidos, ajudando um ao outro. Amo muito vocês!!!

À minhas irmãs, Renata, que me iluminou na escolha da minha profissão e a Karina (minha dinda) que sempre está pronta para me ouvir. Obrigada pelo carinho, pelo apoio e companheirismo que cultivamos tanto nos momentos de dificuldade quanto nos de alegria. Amo vocês!!!

À meu namorado e melhor amigo, William, pelo carinho e a atenção que teve comigo nos momentos difíceis que passei e, ao qual, sem seu apoio não estaria onde estou hoje. Obrigada por tudo que sempre fez por mim, pelos “helps” desde probleminhas de informáticas até problemas pessoais e por me mostrar que apesar das feridas deixadas pela vida, ainda é possível aprender a AMAR. TE AMO!!!

Aos meus verdadeiros amigos, Carla (Xará), Vanessa (Vanvan), Ana Elisa (Aninha), Juliano (Xu), Leandro (Dita) e Braz (Anésio) - Os Lazarentos - pela amizade que cultivamos todo este tempo e pela família que formamos. Obrigada pelas alegrias, pelas lições da boa convivência que aprendemos, ou melhor, tentamos seguir com algumas falhas, pela presença confirmada no “cafofo” (o cantinho mais aconchegante da casa) e pela grande amizade de vocês!!! À Dani e à Bruna, que sempre me aceitaram do jeito que eu sou (sem baladas, nem cervejadas...) e que estiveram sempre prontas para me ajudar, e a Camile pela amizade que compartilhamos este ano. Que nossa amizade continue sempre viva!!! Adoro vocês!!!

“Abençoemos aqueles que se preocupam conosco, que nos amam, que nos atendem as necessidades...Valorizemos o amigo que nos socorre, que se interessa por nós, que nos escreve, que nos telefona para saber como estamos indo...A amizade é uma dádiva de

Deus...Mais tarde, haveremos de sentir falta daqueles que não nos deixam experimentar a solidão!” (Francisco Cândido Xavier).

A meus pais do coração, Ezequiel e Iole, que os considero como anjos que apareceram em minha vida. Obrigada pela grande ajuda na correção deste trabalho e do meu projeto, ficando até de madrugada discutindo uma melhor forma de corrigir meus “doídos” erros de português. Obrigada pelo carinho, atenção e dedicação que vocês têm comigo e com as meninas. Que apesar da distância que possa existir daqui algum tempo entre nós, o carinho e o amor que cultivamos durante este tempo continue sempre vivo. Adoro e admiro vocês!!!

Aos meus professores e orientador que me trouxeram conhecimento e incentivo, durante estes cinco anos do curso. Obrigada por despertarem, ainda mais, o meu interesse pela Engenharia e me proporcionarem diversos ensinamentos para meu crescimento e desenvolvimento na vida profissional.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”. (Francisco Cândido Xavier)

RESUMO

Identificar e solucionar os problemas existentes é o objetivo da maioria das empresas que querem crescer e ter sucesso com seus produtos. Dentre estas, estão às indústrias de produtos de limpeza doméstica que, na América Latina, têm crescido a um ritmo acelerado. Nos últimos anos, a ABIPLA (Associação Brasileira de Produtos de Limpeza e Afins) obteve um aumento de 60% de associados, dos quais 75% são de pequenas e médias empresas. Este trabalho visa observar e analisar, e por fim, diagnosticar o processo produtivo de dois tipos de amaciantes produzidos, em uma indústria situada no noroeste do Paraná; buscando identificar as possíveis causas que geram espumação e, posteriormente, a redução do volume dos amaciantes, infringindo, assim, as normas estabelecidas pelo INMETRO. O resultado alcançado através deste estudo mostrou que o tipo de matéria prima (base) utilizada e equipamentos inadequados prejudicam e causam irregularidades no produto final.

Palavras-Chave: Amaciante, Processo Produtivo, INMETRO, IPEM, quaternário de amônio.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE QUADROS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vii
1 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
2 REVISÃO DA BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 INTRODUÇÃO.....	5
2.2 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO PRODUTO.....	5
2.3 PRINCIPAIS VARIÁVEIS RELACIONADAS AO PROCESSO PRODUTIVO.....	6
2.3.1 <i>Densidade</i>	6
2.3.2 <i>Viscosidade</i>	8
2.3.3 <i>Temperatura</i>	9
2.4 ESCOAMENTO INTERNO VISCOSO INCOMPRESSÍVEL.....	10
2.4.1 <i>Perda de carga</i>	12
2.4.2 <i>Cotovelos</i>	12
3 NORMAS DO INMETRO E IPEM PARA AMACIANTES.....	13
3.1 INTRODUÇÃO.....	13
3.2 O QUE É INMETRO E IPEM?.....	13
3.3 TESTE APLICADO NOS AMACIANTES.....	17
3.3.1 <i>Critério de aprovação</i>	19
3.3.1.1 <i>Determinação do critério de aceitação individual</i>	19
3.3.1.2 <i>Determinação do critério de aceitação pela média</i>	20
4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	22
4.1 INTRODUÇÃO.....	22
4.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	22
4.2.1 <i>Recepção dos insumos</i>	22
4.2.2 <i>Fabricação</i>	23
4.2.3 <i>Envase</i>	25
4.2.4 <i>Produto estocado</i>	27
5 COLETA DE DADOS.....	28
5.1 MATÉRIA-PRIMA.....	28
5.2 PRODUTO ACABADO.....	31
5.2.1 <i>Amostra 1</i>	32
5.2.2 <i>Amostra 2</i>	33
5.2.3 <i>Amostra 3</i>	35
5.2.4 <i>Amostra 4</i>	36
5.2.5 <i>Diferença de volume conforme velocidade de envase</i>	38
5.2.6 <i>Peso ao término do envase</i>	41
5.2.7 <i>Densidade</i>	46
5.3 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO.....	48
5.4 TEMPO DE DESCANSO DO PRODUTO NOS TANQUES.....	51
5.5 VISCOSIDADE DO PRODUTO ENTRE OS TANQUES.....	52
5.6 OUTROS FATORES.....	52

6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
7	CONCLUSÃO	68
8	PROPOSTA.....	69
	REFERÊNCIA.....	70
	ANEXOS.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Disposição dos átomos em diferentes materiais	6
Figura 2 : Vetores de força do deslocamento de um fluido a uma determinada trajetória	9
Figura 3: Ilustração do deslocamento do fluido com relação a sua viscosidade	11
Figura 4 : Ilustração dos dois diferentes tipos de escoamento	12
Figura 5: Organograma dos órgãos públicos	14
Figura 6: Depósito de matéria prima do Tipo A	23
Figura 7: Depósito de matéria prima do Tipo B	23
Figura 8: Foto do tanque vazio após um envase.....	24
Figura 9: Adição da base no processo de fabricação do amaciante	24
Figura 10: Agitação no fim do processo de fabricação	25
Figura 11: Silo de frascos	26
Figura 12: Máquina de envase em funcionamento.....	26
Figura 13: Processo de envase.....	27
Figura 14 : Base utilizada para fabricação do amaciante Tipo A	28
Figura 15 : Base utilizada para fabricação do amaciante Tipo B.....	29
Figura 16 : Manchas nas bases utilizadas para fabricação do amaciante Tipo B.....	29
Figura 17 : Condições de chegada da base do amaciante Tipo B.....	30
Figura 18 : Plástico de proteção da base do amaciante Tipo B	30
Figura 19 : Armazenamento das bases do amaciante Tipo B	31
Figura 20 : Armazenamento das bases do amaciante Tipo A.....	31
Figura 21 : A mostra 1 depois de 2 meses	32
Figura 22 : Visualização das bolhas sobre a superfície	33
Figura 23 : A direita, frasco com exatamente 2000mL e a esquerda, amostra 1	33
Figura 24 : A mostra 2 depois de oito dias	34
Figura 25 : Visualização da superfície espumosa.....	34
Figura 26 : A direita, frasco com exatamente 2000mL e a esquerda, amostra 2	35
Figura 27 : A mostra 3 após 9 dias	36
Figura 28 : Visualização de sua superfície sem bolhas	36
Figura 29 : À direita, frasco com exatamente 2000mL e à esquerda, amostra 4	37
Figura 30 : Visualização de sua superfície lisa com pequenas bolhas.....	37
Figura 31 : A maciante Tipo A envasado a 62 frascos/min e 82 frascos/min, respectivamente, após 6 dias	38
Figura 32 : A maciante envasado a 62 frascos/min, padrão (2L) e 82 frascos/min, respectivamente	39
Figura 33 : A maciante Tipo B envasado a 76 frascos/min e 66 frascos/min, respectivamente em 2 dias	39
Figura 34 : Espuma gerada nos amaciantes envasados a 76 frascos/min e 66 frascos/min, respectivamente,	40
Figura 35 : Ilustração do bico de envase da máquina e do gabarito desenvolvido	42
Figura 36 : Ilustração da forma de utilização do gabarito para regulagem do bico	43
Figura 37 : Frascos padrão utilizado para determinação da densidade.....	47
Figura 38 : Disposição da Tubulação de envase.....	49
Figura 39 : Disposição da Tubulação de envase modificada	50
Figura 40 : Hélice de fabricação dos amaciantes.....	53
Figura 41: Superfície heterogênea do amaciante Tipo B durante o envase	53
Figura 42 : Superfície heterogênea.....	54
Figura 43 : Diferentes ângulos nos eixos das hélices (superior)	55
Figura 44 : Diferentes ângulos nos eixos das hélices.....	55
Figura 45: Variação dos pesos entre o envase com e sem regulagem (gabarito)	59
Figura 46: Variação dos pesos entre os diferentes tanques.....	60
Figura 47: Variação dos pesos entre o envase com e sem utilização da bomba.....	61
Figura 48: Comportamento da densidade do amaciante Tipo A	64
Figura 49: Comportamento da densidade do amaciante Tipo B	64
Figura 50 : Correlação entre tempo de descanso e peso médio.....	65
Figura 51: Tendência da redução da média de pesos em relação a diferença de tanques.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Componentes do amaciante e suas funções.....	5
Quadro 2: Grandezas, Símbolos e Unidades	8
Quadro 3: Locais dimensionados e medidas relacionadas à tubulação de envase.....	48
Quadro 4: Diferenças observadas entre os dois tipos de amaciantes	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Tabela de critério para coleta da amostra.....	17
Tabela 2 : Tabela de tolerância individual (T)	19
Tabela 3: Tabela de critério de aceitação individual (c).....	20
Tabela 4 : Tabela de critério de aceitação para a média	21
Tabela 5 : Diferença de quantidade adicionada de base para fabricação dos amaciantes	28
Tabela 6 : Diminuição do volume da amostra 1 com o passar do tempo	32
Tabela 7 : Diminuição do volume da amostra 2 com o passar do tempo	34
Tabela 8 : Diminuição do volume da amostra 3 com o passar do tempo	35
Tabela 9 : Diminuição do volume da amostra 4 com o passar do tempo	37
Tabela 10 : Pesos dos amaciantes Tipo B envasados em velocidades diferentes	41
Tabela 11 : Pesos dos amaciantes Tipo B envasado em bicos diferentes sem regulagem padronizada	42
Tabela 12 : Peso dos amaciantes Tipo B envasado em bicos diferentes com regulagem padronizada	43
Tabela 13 : Diferença do amaciante Tipo B, após o envase entre os tanques de fabricação	44
Tabela 14 : Pesos do amaciante Tipo A, no meio e ao fim do envase do tanque 12	45
Tabela 15 : Peso do amaciante Tipo B ao fim do envase do tanque 11 e início do tanque 13	45
Tabela 16 : Diferença de peso entre o envase “com” e “sem” utilização da bomba	46
Tabela 17 : Densidade da amostra Tipo A	47
Tabela 18 : Densidade da amostra Tipo B	47
Tabela 19: Tempo e distância para determinação do escoamento.....	51
Tabela 20 : Dados coletados na fabricação e no envase para cálculo do tempo de espera.....	51
Tabela 21: Viscosidade dos amaciantes em relação ao tanque fabricado	52
Tabela 22 : Viscosidade e peso em frasco de 2L coletado direto do tanque.....	52
Tabela 23 : Peso e densidade medidos direto do tanque e após o envase	54
Tabela 24: Variação entre os volumes iniciais e finais	56
Tabela 25: Média, quantidade, porcentagem e diferença em mL dos pesos em velocidades diferentes.....	57
Tabela 26: Variação de volume entre peso com e sem regulagem de bico	58
Tabela 27 : Análises feitas a partir da Tabela 15	59
Tabela 28: Análises feitas a partir da Tabela 18	61
Tabela 29: Média resultante dos dados da Tabela 22	65

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Determinação do Conteúdo Efetivo de Produtos Pré-Medidos Comercializados em Unidade de Volume e Conteúdo Nominal Igual	72
ANEXO B: Determinação da Massa Específica utilizando o Picnômetro nos Exames de Mercadorias Pré-Medidas.....	80
ANEXO C: Folha de Verificação para o Funcionário Responsável pela Fabricação	84
ANEXO D: Folha de Verificação para o Funcionário Responsável pelo Envase	86
ANEXO E: Figura de um Tanque com Fundo Cônico	88
ANEXO F: Hélice de Lâmina Helicoidal	90
ANEXO G: Fluxo de Agitação da Hélice de Lâmina Helicoidal	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IPEM	Instituto de Pesos e Medidas
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Conmetro	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Sinmetro	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
ABIPLA	Associação Brasileira de Produtos de Limpeza e Afins

LISTA DE SÍMBOLOS

ρ Densidade

ρ' Densidade Absoluta

μ Viscosidade

1 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

1.1 Introdução

Com o crescimento e desenvolvimento tecnológico acelerado nos últimos tempos, as indústrias estão, incessantemente, em busca de soluções para problemas que surgem durante os processos produtivos e que, por ventura, prejudicam os seus resultados. Procuram a todo instante reduzir custos, aumentar a produtividade, ter flexibilidade (inovação freqüente de produtos), viabilidade técnica e qualidade final dos produtos para se tornarem competitivos no mercado, e adequar seus produtos às normas estabelecidas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), pois este é a força maior das exigências dos consumidores.

O incentivo constante de mudanças no comportamento humano, quanto aos hábitos de higiene e limpeza, tem feito com que o mercado consumidor destes produtos, aumente a sua demanda e, conseqüentemente, o número de indústrias deste ramo em regiões distintas do Brasil.

De acordo com Saldanha (2006), “o setor de produtos de limpeza registrou aumento das vendas em volume de 3%, o faturamento líquido registrou queda de cerca de 4%, passando dos US\$2,65 bilhões alcançados em 2004 para US\$ 2,54 bilhões neste ano (2005). A explicação para esse resultado é que, devido à alta competitividade que caracterizou o setor em 2005, as indústrias assumiram o reajuste dos insumos e dos custos de produção em geral, sem repassar (sic) ao consumidor esses aumentos. Além disso, com a queda de renda do trabalhador, houve uma migração maior para os produtos de marcas mais baratas”.

Essa disputa por preços, nada silenciosa, entre os fabricantes de produtos de limpeza, diz Pinto (2006), está enxugando os preços nas gôndolas. A própria Associação Brasileira de Indústria de Produtos de Limpeza e Afins (ABIPLA) indicou que o consumo neste setor tem espaço para crescer, mesmo sem esta guerra de preços, pois de acordo com Saldanha (2006) o crescimento das vendas e, ao mesmo tempo, a queda no faturamento dos fabricantes de artigos de limpeza doméstica refletem estabilidade de preços.

Até os anos 40, as roupas eram lavadas com os populares “sabões caseiros”, sem posterior adição de algum produto que proporcionasse maciez às roupas, resultando num

acinzentamento com o passar do tempo, devido à formação de depósitos de ácidos graxos e sais insolúveis. Após a Segunda Guerra Mundial, foram introduzidos nos EUA e Europa os primeiros detergentes sintéticos, que eliminavam resíduos e realçavam o branco dos tecidos, mas, ainda, deixando-os duros e desconfortáveis. Em busca de uma melhoria nos resultados da lavagem de roupas, a empresa Armour, em 1949, descobriu a síntese do quartenário de amônio a partir do sebo. Em 1952, os EUA lançaram os primeiros amaciantes domésticos sendo, aos poucos, disseminados pelo mundo (Akzo Nobel, 1999).

O amaciante de roupas, então, surgiu devido a esta necessidade de se ter uma maior conservação dos tecidos, conferindo-lhe maciez, suavidade e aparência mais viva, prolongando, por um período maior de tempo, as características originais dos tecidos. Desta forma, o aumento da produtividade, desde seu surgimento até os dias de hoje, foi tanto que as indústrias deste ramo, em nosso país, estão a cada dia buscando sobreviver através de pesquisas, investindo em tecnologia e desenvolvimento para atender as exigências do mercado consumidor, respeitando as normas do INMETRO, executadas pelos IPEM's (Instituto de Pesos e Medidas).

Com a conclusão do relatório de fiscalização de produtos de higiene e limpeza, realizada pelos técnicos do Instituto de Pesos e Medidas do Paraná (IPEM-PR), durante o mês de abril deste ano (2008), verificou-se que, um total de 4.409 itens em 22.045 unidades, foram reprovados, sendo 51, destes, por falta quantitativa do produto e oito por irregularidades na embalagem. No ano passado (2007), de um total de 1.396 itens, em 6.980 unidades verificadas, foram reprovados 18 produtos por falta quantitativa e três por erros na embalagem (IPEM-PR, 2008a). Assim, o rápido crescimento das indústrias deste ramo e concorrência acirrada de preços resulta num aumento considerável de irregularidades e queda na qualidade dos produtos.

Técnicos do IPEM estão visitando os estabelecimentos comerciais para, no local, efetuarem pré-exames e detectarem possíveis irregularidades. Quando há indícios de irregularidade nos produtos, amostras são recolhidas para exames mais minuciosos em laboratório, então, responsáveis ou representantes destes produtos são sempre convidados para o acompanhamento e verificação dos resultados (IPEM-PR, 2008b).

“O conjunto de todos esses fatores – novos fabricantes, novos produtos, qualidade, maior competitividade e preços mais baixos – favoreceu, sobretudo o consumidor, que teve um

leque maior de opções ao seu dispor”, afirma Saldanha (2006). Para uma análise mais crítica e detalhada deste estudo de caso, busca-se um conhecimento mais profundo sobre a causa do problema vigente, envolvendo desde a influência das propriedades da matéria até as instalações e processos fabris.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

Através de observações feitas no processo produtivo de amaciantes de roupas, em uma indústria de higiene e limpeza, localizada no noroeste do Paraná, diagnosticou-se um problema referente ao volume do amaciante Tipo B, o qual ao fim de um pequeno período após seu envase encontra-se abaixo da quantidade estabelecida no rótulo, violando, assim, as exigências do INMETRO.

Em face a algumas irregularidade durante processo produtivo, o líquido viscoso do amaciante, ao ser envasado em frascos de dois litros, encontra-se aerado, ou seja, com alto teor de ar dissolvido no mesmo, diminuindo, com isso, sua densidade e aumentando o seu volume. Esta lógica vem da seguinte equação utilizada para cálculos de densidade:

$$densidade = \frac{massa}{volume} \quad (1)$$

ou em termos mais técnicos:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Pela equação, pode-se concluir que a densidade e o volume são inversamente proporcionais; logo, com o passar de alguns dias, o ar que tem uma densidade menor que o amaciante, se deslocará para a superfície do frasco provocando uma redução do volume, infringindo, conseqüentemente, os padrões estabelecidos pelo INMETRO, como o de exigir que as quantidades registradas nos rótulos dos produtos sejam respeitadas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Observar o processo produtivo dos amaciantes (Tipo A e Tipo B), desde a matéria prima até o produto acabado, analisando, e posteriormente, esclarecendo as causas do problema, apontado

e sugerindo possíveis mudanças para que o produto final se encontre dentro dos padrões exigidos pelo INMETRO.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) caracterizar a empresa e seu processo produtivo;
- b) coletar e organizar os dados;
- c) analisar e identificar possíveis causas da redução de volume;
- d) sugerir alterações no processo que adequem o produto às normas exigidas.

2 REVISÃO DA BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução

As primeiras vestimentas, há cinco mil anos, foram feitas a partir de peles de animais, cujas fibras naturais eram fortes. Posteriormente, iniciou-se a utilização do algodão e fibras de lã no processo de tecelagem e, em seguida, desenvolveu-se a malha, produzindo roupas quentes e flexíveis. Durante o século XIX, aperfeiçoou-se o processo de formação de fibras naturais e de fibras sintéticas como o poliéster, acrílico e o náilon entre outros. Assim, com este histórico, o mais antigo produto amaciante conhecido é a água, utilizada para remover a sujidade dos tecidos renovando-lhes a forma e a suavidade. No entanto, com o avanço desenfreado da tecnologia na visão de melhorar as condições de vida das pessoas, surgiram, então, as máquinas de lavar automática e modernos detergentes, que mudaram radicalmente as formas de lavagem dos artigos têxteis. Finalmente, com os repetidos ciclos de lavagem e secagem dos tecidos, estes apresentaram desgastes seguidos de respectivos endurecimentos, surgindo aí, a necessidade de um produto capaz de conferir maciez, suavidade e vitalidade. Surgiram, então, os produtos chamados amaciantes (CAMPANHOL *et al.*, 1998, p.1).

2.2 Estrutura e Composição do Produto

O amaciante é composto por quatro diferentes produtos químicos, como exposto no Quadro 1. Azul, rosa, amarelo e branco são os tipos de amaciantes tradicionais existentes no mercado que contém apenas essência e corantes diferenciando uns dos outros. Sua principal função é garantir maciez e conservação as roupas (Ministério da Ciência e Tecnologia - SBRT, 2005).

Componentes	Função
Água	Compõe aproximadamente 95% de todo o amaciante
Corante	Dão ao produto seu aspecto particular, ou seja, a cor desejada conforme a essência
Essência	Proporciona diferentes aromas aos amaciantes, agradando diferentes tipos de consumidores
Conservante	Protegem as roupas dos efeitos naturais do envelhecimento.
Tensoativo catiônico (Base)	Proporcionar viscosidade ao produto

Quadro 1 : Componentes do amaciante e suas funções

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia

A substância espessante básica utilizada na fabricação de amaciantes têxteis é o cloreto de dimetil dialquil, um sal de quaternário de amônio. No mercado, as marcas líderes apresentam uma concentração deste princípio ativo em torno de 5%, já os produtos de baixa qualidade chegam a ter índices de 1,5% (OLIVEIRA, 2007, p.2).

2.3 Principais Variáveis Relacionadas ao Processo Produtivo

2.3.1 Densidade

Inicialmente, tem-se que as propriedades dos materiais são divididas em químicas e físicas. As propriedades químicas são interações de uma substância com outra ou a transformação de uma substância em outra, enquanto que as físicas não envolvem qualquer mudança na composição ou identidade da substância, isto é, são propriedades que podem ser observadas e medidas sem modificação de sua composição (ANDRADE *et al.*, 2004).

Sem nenhum objetivo de entrar em detalhes nas situações químicas, as propriedades físicas se dividem em extensivas e intensivas. As propriedades extensivas estão relacionadas à quantidade de matéria da substância presente na amostra, já, as propriedades intensivas não possuem nenhum vínculo com a quantidade de matéria. Por exemplo, a Temperatura (T), a pressão (p), a cor e a densidade (ρ) são propriedades intensivas, enquanto que massa (m) e volume (V) são propriedades extensivas (MAZZOCO, 2005, p.8).

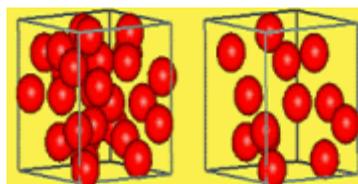


Figura 1 : Disposição dos átomos em diferentes materiais

Fonte: Disponível em: <<http://br.geocities.com/saladefisica6/hidrostatica/densidade.htm>>. Acesso em 15 mar. 2008.

Portanto, a densidade absoluta, conhecida também como massa específica, é a razão entre a massa (quantidade de matéria existente em um corpo) de um determinado material pelo volume ocupado do mesmo (Figura 1). Desta forma, pode-se dizer que a densidade mede o grau de concentração de massa em determinado volume (MEDEIROS; TRAVELHO, 2006a, p.1). A equação da densidade, que é expressa pela letra “ ρ ”, dispõe-se da seguinte forma:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3)$$

A densidade é característica de cada material, sendo denominada como uma propriedade específica. Os gases, que são substâncias com densidades bem menores que os líquidos, e estes, por sua vez, são menores que os sólidos, possuem suas moléculas mais espalhadas umas das outras, devido à temperatura que está acima do ponto de ebulição do líquido correspondente. Microscopicamente, isto corresponde dizer que nos gases, as atrações entre as moléculas não são suficientemente intensas, frente à energia cinética para manter os componentes da composição dos gases próximos. Contudo, nos líquidos e sólidos as moléculas estão bem mais próximas e compactas (SILVA *et al.*, 2004).

Para definir a densidade nos gases, utiliza-se como referência o ar, que nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP - temperatura de 0°C e pressão atmosférica 101 325 Pa) correspondem a 1,2928 kg/m³. Já, para líquidos e fluidos, existem dois tipos de equipamentos que são o Balão Volumétrico (medida da densidade aparente) e o Densímetro (medida da densidade real).

O Balão Volumétrico é utilizado com balanças para determinar a massa de uma amostra volumétrica, sendo a densidade resultante da amostra a divisão entre a massa, indicada pela balança, e volume, capacidade do balão.

$$\rho = \frac{massa_{amostra}}{volume_{amostra}} \quad (4)$$

Os Densímetros digitais estão se aperfeiçoando cada dia mais, pois oferecem grandes vantagens quando comparado ao método tradicional. São alguns deles:

- a) resultados são independentes do usuário;
- b) rapidez de resultados;
- c) termostatização automática da amostra (Peltier).

Discorrendo um pouco sobre o volume em relação a temperatura, Medeiros e Travelho (2006), afirmam:

“Quando aumentamos a temperatura de um determinado fragmento de matéria, temos um aumento do volume fixo desta, pois haverá dilatação ocasionada pela separação dos átomos e moléculas. Ao contrário, ao diminuirmos a temperatura, teremos uma diminuição deste volume fixo...Quando a matéria se expande, sua densidade diminui e quando a matéria se contrai, sua densidade aumenta” (MEDEIROS, TRA VELHO, 2006b, p.1).

Com este conceito, tem-se que a unidade mais conhecida é gramas por mililitro (g/mL) embora a densidade padrão definida pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) seja o quilograma por metro cúbico (kg/m³) (INMETRO, 2008). Algumas grandezas mais citadas no estudo estão expostas no Quadro 2 com suas respectivas unidades.

A densidade relativa (d) de um material é a relação entre a densidade absoluta e a densidade absoluta de uma substância padrão, demonstrada pela seguinte equação (SILVA *et al.*, 2004):

$$d = \frac{\rho}{\rho'}$$
 (5)

No cálculo da densidade relativa de sólidos e líquidos, a substância padrão usualmente escolhida é a água que possui densidade de 1,000 kg/dm³ a uma temperatura de 4°C. No caso de gases, a densidade relativa é tomada em relação ao ar (mistura de gases) ou ao hidrogênio (H₂) (MONTENEGRO *et al.*, 2007, p.8).

Grandeza	Símbolo	Unidade
Densidade	ρ	Kg/m ³
Massa	m	Kg
Volume	V	m ³
Temperatura	T	K
Pressão	P	Pa

Quadro 2: Grandezas, Símbolos e Unidades
Fonte: INMETRO, 2008

2.3.2 Viscosidade

A viscosidade é a medida da resistência de um fluido a uma determinada força aplicada. Assim, observa-se que quanto maior a viscosidade, menor a velocidade que o fluido se movimenta em uma determinada trajetória. Os fluidos resistem tanto aos objetos que se

movem neles, como também ao movimento de diferentes camadas do próprio fluido (MONTENEGRO *et al.*, 2007, p.1).

A força de viscosidade é dada pela equação de Newton:

$$F = \mu A \frac{dv}{dx} \quad (6)$$

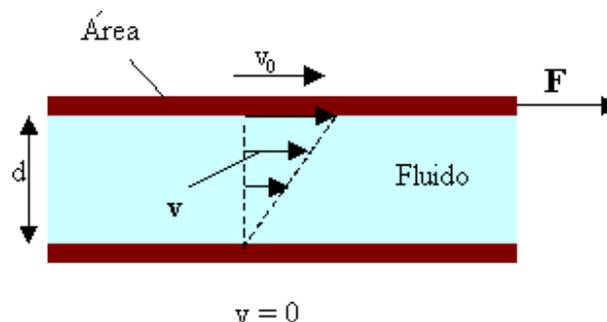


Figura 2 : Vetores de força do deslocamento de um fluido a uma determinada trajetória
Fonte: Bertulani, Carlos. Viscosidade, Turbulência e Tensão superficial. Disponível em:
<<http://www.if.ufrj.br/teaching/fis2/hidrodinamica/viscosidade.html>>. Acesso em: 17 mar. 2008.

Sendo “ μ ” o coeficiente de viscosidade dinâmica, “A” a área da placa onde o fluido se move, “x” a direção perpendicular e “v” a velocidade perpendicular à área A. Isolando a variável μ e relacionando as respectivas unidades das incógnitas restantes chega-se a seguinte unidade de viscosidade: Pascal vezes segundo [Pa.s] ou mais comumente encontrada por Poise [P], em homenagem ao fisiologista francês Jean Louis Poiseuille (1799 – 1869) (AMANTE *et al.*, 2004).

2.3.3 Temperatura

O significado da palavra temperatura, vem do Latim, e traz a idéia de nível de calor existente no ambiente, que pode ser resultante da ação dos raios solares ou nível de calor existente em um corpo. A mesma é vista pela física como uma grandeza termodinâmica intensiva, ou seja, que não depende de dimensões, comum a todos os corpos que estão em equilíbrio térmico (PÉCORÁ; SILVA, 2005, p.1). Assim, ainda os mesmos autores dizem:

“De forma qualitativa, podemos descrevê-la de um objeto como aquela que determina a sensação de quanto ele está quente ou frio quando entramos em contato com ele” (PÉCORA; SILVA, 2005, p.1).

Desde a infância experimentamos as sensações de quente e frio, descrevendo-as em termos de adjetivos como frio, quente, tépido, morno etc. Quando tocamos um objeto usamos nossa sensação de 'temperatura', que determina se o sentimos quente ou frio (SEARS; ZEMANSKY, 1976 *apud* FERREIRA, 2006). Ferreira (2006) ainda diz que:

*“A temperatura, com que estaremos a todo instante envolvido, é uma variável que se apresenta sob um aspecto muito particular, mesmo na definição de seus valores numéricos. Isto se deve ao fato que é sem sentido juntar em uma única, a temperatura de dois corpos vizinhos. Dizer que a temperatura é a soma de duas outras não tem, a priori, nenhum sentido; não se pode, assim, definir o múltiplo e nem, como se faz com as demais grandezas, tomando sua razão com a unidade... Não é senão com a temperatura absoluta... que chegaremos a uma 'medida' de temperatura pela definição de uma razão.” (FABRY, 1952, *apud* FERREIRA, 2006).*

Já, Oliveira Filho (2006) afirma que a temperatura está associada ao conceito de equilíbrio térmico, em que um sistema mecânico tem muitas configurações possíveis, dependendo da distribuição de energia de seus subsistemas.

2.4 escoamento Interno Viscoso Incompressível

Os escoamentos que são limitados totalmente por superfícies sólidas são denominados escoamentos internos e incompressíveis, devido à conservação da massa. De acordo com os experimentos já efetuados por vários estudiosos, sabe-se que a velocidade de um fluido real diminui a zero próximo à superfície de um objeto sólido. Assim, observa-se através da Figura 3, que os fluidos próximos às paredes do tubo possuem uma velocidade mínima, enquanto que os fluidos que se encontram ao centro dele aumentam sua velocidade com o aumento da distância de suas paredes. Caso a viscosidade de um determinado fluido for pequena, ou mesmo, o tubo possuir um diâmetro grande, o fluido se deslocará com uma velocidade uniforme (FOX *et al.*, 2001). De acordo com Fox (2001) os escoamentos internos podem ser divididos em:

*“ (...) laminares ou turbulentos. Para escoamentos internos, o regime de escoamentos (laminar ou turbulento) é primariamente uma função do número de Reynolds” (FOX *et al.*, 2001).*

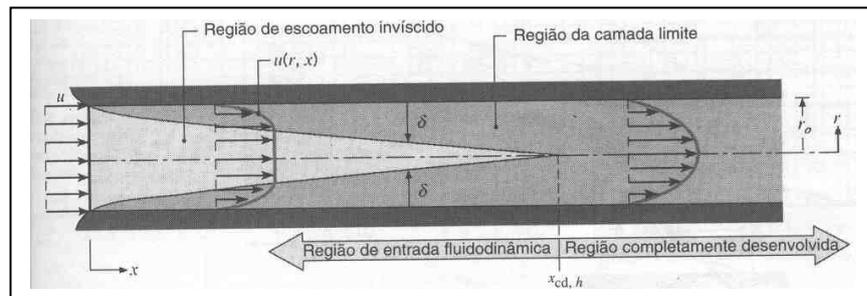


Figura 3: Ilustração do deslocamento do fluido com relação a sua viscosidade

Fonte: FOX; MCDONALD; ALAN. Introdução à Mecânica dos Fluidos

O deslocamento de um determinado fluido em um tubo pode ser considerado como escoamento laminar, ou seja, o líquido flui suavemente por ele, não mudando o valor e a direção da sua velocidade em nenhum ponto do deslocamento. Porém, nem todo escoamento é tranquilo como o laminar. Existe, também, o escoamento dito como turbulento, em que a velocidade em um dado ponto pode mudar em relação ao seu valor e direção. Este escoamento é quantificado pela equação de Reynolds, que dependerá da velocidade, viscosidade, densidade e deslocamento do fluido (FOX *et al.*, 2001).

$$\text{Re} = \frac{\rho L v}{\mu} \quad (7)$$

Sendo “L” o comprimento do tubo, “v” a velocidade do fluido, “ ρ ” a densidade e por fim “ μ ” a viscosidade do fluido.

O número de Reynolds não possui unidades (adimensional) e é inversamente proporcional a viscosidade e diretamente proporcional a velocidade. É definido como estado de turbulência (Figura 4) quando o número de Reynolds é maior que 2300 (FOX *et al.*, 2001).

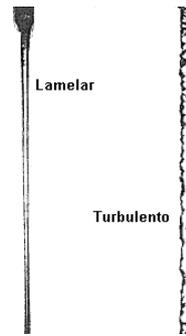


Figura 4 : Ilustração dos dois diferentes tipos de escoamento
Fonte: Disponível em: <<http://br.geocities.com/saladefisica5/leituras/viscosidade.htm>>. Acesso em
17 mar. 2008.

“Um fluido é uma substância que se deforma continuamente sob a aplicação de uma tensão de cisalhamento (tangencial), não importando quão pequena ela possa ser” (FOX; MCDONALD; ALAN., 2001d).

2.4.1 Perda de carga

A perda de carga existe quando há uma energia cedida pelo líquido em um deslocamento de um ponto a outro e a uma dada altura, devido ao atrito contra as paredes e perturbações no escoamento. E essa energia cedida se dissipa sob forma de calor (MACINTYRE, 1997, p.24).

2.4.2 Cotovelos

A perda de carga aumenta ainda mais quando há curva no deslocamento do líquido do que quando o escoamento é desenvolvido em um trecho totalmente retilíneo (FOX *et al.*, 2001).

3 NORMAS DO INMETRO E IPEM PARA AMACIANTES

3.1 Introdução

Segundo o histórico do INMETRO (2008), durante o primeiro Império, várias tentativas de uniformização das unidades de medida brasileiras foram efetuadas, porém, somente em 26 de junho de 1862, Dom Pedro II promulgou a Lei Imperial nº1157 que oficializava, em todo o território nacional, o sistema métrico decimal francês, fazendo do Brasil uma das primeiras nações a adotar o novo sistema. Mas com o passar do tempo, e o crescimento industrial cada vez mais acelerado no século seguinte, necessitou-se criar instrumentos de controle de medidas mais eficazes proporcionando uma maior proteção aos consumidores em seus direitos. Foi criado, então, em 1961 o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), que implantou a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade, o atual IPEM, e instituiu o Sistema Internacional de Unidades (SI) em todo o território nacional. No entanto, isso não foi o suficiente para acompanhar a corrida tecnológica do mundo, no aperfeiçoamento, na exatidão e, principalmente, no atendimento às exigências do consumidor, sendo ainda necessária à presença da qualidade nos produtos fabricados e serviços prestados. Assim, em 1973, nascia o INMETRO para executar atividades que proporcionasse a qualidade exigida.

A partir deste pequeno relato entre evolução tecnológica e extrema necessidade da qualidade, observa-se que os consumidores estão cada dia mais exigente, fiscalizador, comparando diversos produtos e escolhendo aquele que atende melhor as suas expectativas e necessidades, cabendo as indústrias, mudanças diárias nos seus sistemas produtivos para tornarem-se competitivas e sobreviventes em meio o desenvolvimento global.

Assim, o INMETRO e o IPEM são de grande importância para o cumprimento das normas exigidas para a defesa dos direitos e bem moral dos consumidores. Este capítulo tem o objetivo de esclarecer quais as atividades executadas pelo órgão público (INMETRO), pela instituição pública (IPEM) e expor as normas exigidas aos amaciantes têxteis por eles.

3.2 O Que é INMETRO e IPEM?

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) é uma autarquia federal subordinada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Exterior (MDIC), que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) (INMETRO, 2008).

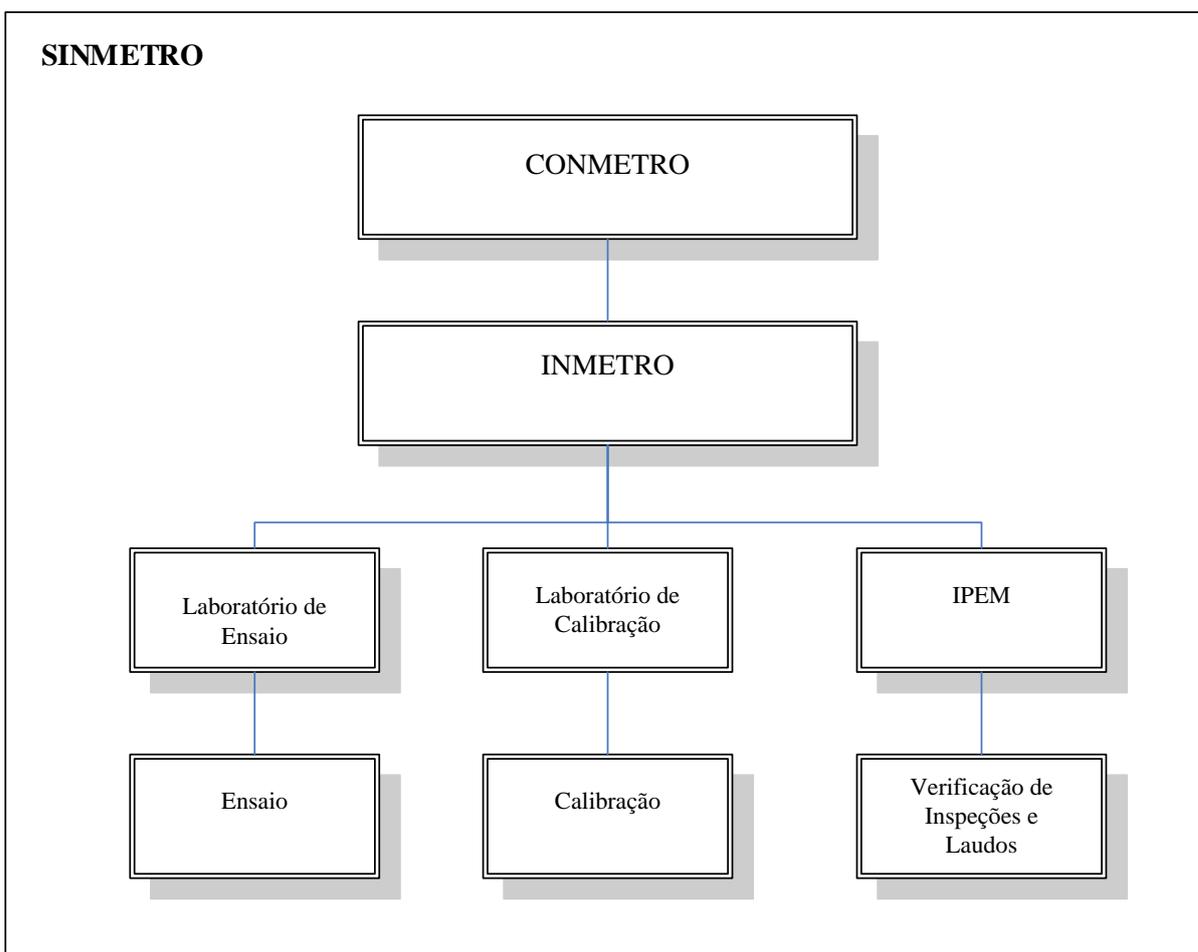


Figura 5: Organograma dos órgãos públicos
Fonte: própria

O INMETRO, órgão executivo central do sistema, juntamente com o SINMETRO e o CONMETRO, foi criado pela Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973, para substituir o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM) e ampliar significativamente o seu raio de atuação a serviço da sociedade brasileira, objetivando fortalecer as empresas nacionais através do aumento da produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços (INMETRO, 2008). A partir desta seqüência de fatos obteve-se a Figura 5 para melhor visualizar a hierarquia dos órgãos.

Sua missão é definida em:

“ (...) prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, através da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País” (INMETRO, 2008).

O INMETRO é o gestor dos programas de avaliação da conformidade que objetiva (JORNADA, 2006, p.6):

- a) propiciar a concorrência justa;
- b) estimular a melhoria contínua da qualidade;
- c) informar e proteger o consumidor;
- d) facilitar o comércio exterior, possibilitando o incremento das exportações e combater as barreiras técnicas ao comércio;
- e) proteger o mercado interno de produtos de baixa qualidade;
- f) agregar valor às marcas.

Relaciona-se abaixo, algumas competências e atribuições do INMETRO:

- g) executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade;
- h) verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos;
- i) manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, à sua aceitação universal e, em nível secundário, à sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços;
- j) fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com metrologia e qualidade, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;

- k) prestar suporte técnico e administrativo ao CONMETRO, bem assim aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria-Executiva;
- l) fomentar a utilização da técnica de gestão da qualidade nas empresas brasileiras;
- m) planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios, de provedores de ensaios de proficiência, de organismos de certificação, de inspeção, de treinamento e de outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no País;
- n) coordenar, no âmbito do SINMETRO, a certificação compulsória e voluntária de produtos, de processos, de serviços e a certificação voluntária de pessoal (INMETRO, 2008d).

Já o IPEM - PR (Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná), criado pela Lei Estadual nº5.652 de 6 de outubro de 1967, é uma Instituição de direito público, subordinada administrativamente ao Governo do Estado do Paraná através da SEIM (Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e Assuntos do Mercosul), e tecnicamente ao INMETRO, de quem recebe a delegação das atividades executadas relativas a Avaliação da Conformidade, Verificação Metrológica e Calibração de Ensaios (IPEM, 2008).

Os serviços prestados pelo IPEM têm por objetivo beneficiar os setores comerciais, industriais e de defesa do consumidor executando atividades como, avaliação da conformidade, verificação e fiscalizações no âmbito metrológico legal e calibração de ensaios, delegadas pelo INMETRO, através de instrumentos de última geração (IPEM, 2008).

A partir disto, o mesmo tem como missão definida atender as necessidades dos clientes e da sociedade, com inovação e desenvolvimento tecnológico, no âmbito da metrologia e da qualidade de bens e serviços e como política da qualidade ser a instituição referencial na área da avaliação da conformidade de bens e serviços e na área da metrologia, em benefício dos clientes e da comunidade (IPEM, 2008).

Os fatores chaves para o sucesso das atividades executadas pela IPEM são referentes à imagem da instituição, tecnologia dos equipamentos e instrumentos utilizados, credibilidade dos serviços prestados a sociedade, dinamismo e talento humano dos funcionários, confiabilidade e excelência nos serviços executados e, principalmente, qualidade que busca incessantemente a excelência na prestação dos seus serviços (IPEM, 2008). Tem ainda que:

“Os processos do IPEM estão certificados com base na Norma NBR ISO 9002:2004 e possui sua documentação gerenciada por meio eletrônico, favorecendo a integração, a confiabilidade e a agilidade no uso das informações” (IPEM, 2008).

O IPEM busca não só cumprir as suas atividades com excelência, mas também, conscientizar os cidadãos dos seus direitos ao adquirir ou receber produtos e serviços e desenvolver uma visão mais crítica dos produtos para a melhoria da qualidade, englobando desde os grandes empresários até o cidadão comum, estimulando a circulação das informações dimensionadas para cada um desses diferentes contextos. Assim, o mesmo, com base em regulamentações técnicas referentes a medições dos produtos, presta serviços aos setores comerciais, industriais, de saúde, de segurança, de controle ambiental e da defesa do consumidor (IPEM,2008).

3.3 Teste Aplicado nos Amaciantes

Inicialmente, recolhem-se os amaciantes dos estabelecimentos de venda da região, nas quantidades determinadas pela Tabela 1:

Tabela 1 : Tabela de critério para coleta da amostra

Tamanho do lote	Tamanho da amostra
5 a 13	Todo o lote
14 a 49	14
50 a 149	20
150 a 4000	32
4001 a 10000	80

Fonte: IPEM

Em seguida, os amaciantes de diversas marcas recolhidos são encaminhados para a sede do IPEM de Maringá, onde serão localizados e convocados os responsáveis pela produção destes produtos para acompanharem os testes procedentes. O teste aplicado nos produtos recolhidos segue o procedimento descrito abaixo:

- a) cada produto deve ser examinado nas condições em que é comercializado;
- b) o exame deve ser realizado a uma temperatura ambiente entre 20°C e 25°C;
- c) anotar os valores das temperaturas do produto e do ambiente em campo próprio no Laudo de Exame;

- d) identificar o produto (ex.: conteúdo nominal, marca, entre outros);
- e) identificar individualmente (numerar ou posicionar) as embalagens, certificando-se de que todas estão em perfeitas condições para exame.

Caso haja embalagens danificadas, não realizar o exame pelo critério da média e fazer constar no campo OBS., do Laudo de Exame, o seguinte texto: “Não realizado o exame da média devido a existência de unidades danificadas”;

- a) determinar o conteúdo efetivo, ou seja, o que realmente existe dentro da embalagem do produto comercializado. Isto é feito através do método indireto, recomendado para produtos viscosos;
 - i) determinar o peso bruto das unidades examinadas, pesando o produto com embalagem ou invólucro ainda fechado, anotando-se os resultados obtidos em campo próprio constante no Laudo de Exame;
 - ii) determinar a massa específica média de 06 (seis) unidades, em g/cm^3 , com 3 casas decimais, utilizando densímetro ou picnômetro;
 - iii) determinar o peso da embalagem totalmente limpa e sem resíduos, sendo o mesmo expresso em grama com aproximação de uma casa decimal (efetuar média do peso das embalagens);
- b) determinar o peso líquido (P) das unidades em exame, subtraindo do peso bruto (peso da embalagem);
- c) determinar o conteúdo efetivo do líquido em exame, em mL, dividindo o peso líquido (P) pela massa específica (ρ), conforme equação abaixo :

$$V = \frac{P}{\rho} \quad (8)$$

Sendo:

ρ = massa específica ou densidade;

P = peso líquido;

V = volume em mL.

3.3.1 Critério de aprovação

O lote de produto só será considerado aprovado se atender os critérios de aceitação individual e de aceitação pela média, descritos abaixo:

3.3.1.1 Determinação do critério de aceitação individual

- a) Encontrar na Tabela 2, abaixo, a tolerância T correspondente ao produto:

Tabela 2 : Tabela de tolerância individual (T)

Conteúdo nominal Qn (g ou mL)	Tolerância em relação ao percentual de Qn	Tolerância em relação a gramas ou mililitros
5 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1000	-	15
1000 a 10000	1,5	-
10000 a 15000	-	150
> 15000	1	-

Fonte: IPEM

- b) subtrair do conteúdo nominal Qn a tolerância T encontrada;
- c) assinalar no Laudo de Exame, as unidades que possuam conteúdo efetivo abaixo do valor de $Q_n - T$, contando-as;
- d) comparar esta quantidade com o critério de aceitação estipulados na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3: Tabela de critério de aceitação individual (c)

Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Critério de aceitação individual (c)
5 a 13	Todo o lote	0
14 a 49	14	0
50 a 149	20	1
150 a 4000	32	2
4001 a 10000	80	5

- i) se a quantidade for menor ou igual, o lote é aprovado;
- ii) se a quantidade for maior, o lote é reprovado;

3.3.1.2 Determinação do critério de aceitação pela média

- a) Através dos valores encontrados do conteúdo efetivo do produto, calcular a média (\bar{x}) pela seguinte equação:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n} \quad (9)$$

Sendo:

\bar{x} = média dos conteúdos efetivos;

x_i = resultado da i ésima medição;

n = número de medições realizadas;

- b) em seguida, calcular o valor do desvio padrão (s) pela seguinte equação:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (10)$$

- c) com os resultados em mão, consultar a Tabela 4 e determinar o valor de “k” que será utilizado na equação conforme o tamanho da amostra;

Tabela 4 : Tabela de critério de aceitação para a média

Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Critério de aceitação para a Média $\bar{X} \geq Qn - k*s$
5	5	$\bar{X} \geq Qn - 2,059*s$
6	6	$\bar{X} \geq Qn - 1,646*s$
7	7	$\bar{X} \geq Qn - 1,401*s$
8	8	$\bar{X} \geq Qn - 1,237*s$
9	9	$\bar{X} \geq Qn - 1,118*s$
10	10	$\bar{X} \geq Qn - 1,028*s$
11	11	$\bar{X} \geq Qn - 0,995*s$
12	12	$\bar{X} \geq Qn - 0,897*s$
13	13	$\bar{X} \geq Qn - 0,847*s$
14 a 49	14	$\bar{X} \geq Qn - 0,805*s$
50 a 149	20	$\bar{X} \geq Qn - 0,640*s$
150 a 4000	32	$\bar{X} \geq Qn - 0,485*s$
4001 a 10000	80	$\bar{X} \geq Qn - 0,295*s$

Fonte: IPEM

Sendo:

Qn = o conteúdo nominal, ou seja, a quantidade líquida indicada na embalagem do produto;

k = uma constante encontrada na Tabela 4 para a Média;

- d) calcular o resultado de $Qn - ks$, comparando com o valor da média (x) já calculada anteriormente.
- i) se a média for maior ou igual ao resultado de $Qn - ks$, o lote é aprovado;
 - ii) se a média for menor que o resultado de $Qn - ks$, o lote é reprovado;

Após o resultado dos testes efetuados procede-se o encaminhamento dos Autos de Infração para as empresas que obtiveram irregularidades em seu produto, de modo que a mesma tenha um prazo de dez dias corridos para apresentar uma defesa por escrito do ocorrido. Não aceitas as justificativas de defesa, pelo Diretor Presidente do IPEM, com base no parecer jurídico do órgão, são aplicadas desde advertências a multas pelas infrações cometidas.

4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

4.1 Introdução

O objeto de estudo deste trabalho é produzido por uma empresa de médio porte, localizada na região noroeste do Paraná, especializada em produtos de Higiene e Limpeza. Possui, hoje, 200 funcionários e aproximadamente, 500 tipos de produtos diferentes, divididos em três linhas (automobilística, limpeza e *pet shop*). O produto estudado, inserido na linha de limpeza, alcança uma média de produção diária de 14 tanques de amaciantes de 4500 litros cada, o que equivale a 31500 frascos de 2 litros, atendendo todas as regiões do Brasil e iniciando exportações para o Paraguai.

Este capítulo busca, primeiramente, explicar como funciona o processo de produção do amaciante desde a chegada dos insumos na indústria até o produto acabado no estoque.

4.2 Processo de Produção

Para melhor explicar o processo produtivo do amaciante, o mesmo será dividido em quatro etapas. São elas:

- e) recepção dos insumos;
- f) fabricação;
- g) envase;
- h) produto estocado.

4.2.1 Recepção dos insumos

Antes do processamento, na plataforma de descarga, os insumos são descarregados e conferidos no recebimento. Em seguida, são transportados, com auxílio de um carrinho, e depositados em alas específicas de cada produto químico. A Figura 6 mostra o estoque de matéria prima do Tipo A e a Figura 7 mostra o local de armazenamento da matéria prima do Tipo B.



Figura 6: Depósito de matéria prima do Tipo A



Figura 7: Depósito de matéria prima do Tipo B

4.2.2 Fabricação

Enche-se o tanque de água até cobrir a hélice , em seguida, adiciona-se base e aciona a agitação da hélice (Figura 8 e 9).



Figura 8: Foto do tanque vazio após um envase



Figura 9: Adição da base no processo de fabricação do amaciante

Após um tempo, determinado pelo procedimento padrão de produção do amaciante, adiciona-se o corante e o conservante, e assim, a agitação é permanente até a homogeneização da mistura. Em seguida, de tempos em tempos a agitação da hélice torna-se mais rápida e mais água é inserida no tanque até atingir a capacidade máxima de 4500 litros. Finalmente, adiciona-se essência. A agitação permanece por mais alguns minutos e é desligada automaticamente, através do controlador da agitação dos motores (Figura 10).



Figura 10: Agitação no fim do processo de fabricação

4.2.3 Envase

Com o amaciante pronto no tanque, as válvulas da tubulação, que ligam o tanque à máquina de envase, são abertas. O amaciante é transportado até o reservatório da máquina por gravidade e ao atingir a capacidade máxima do reservatório, o fluxo é interrompido pelo sistema de bóia que existe na parte superior do reservatório. Enquanto isso ocorre, um operador faz o transporte dos frascos até o silo (Figura 11) da máquina envasadora e também das outras 4 máquinas que funcionam ao mesmo tempo.



Figura 11: Silo de frascos

Na envasadora trabalham seis operadores. O primeiro é responsável por posicionar os frascos na esteira, o segundo, líder da equipe, vai controlar todo o funcionamento da máquina e verificar as condições de envase, se estão ou não de acordo com as especificações. O terceiro e quarto funcionário coloca os frascos nas caixas e direciona a mesma até a máquina de selagem (Figura 12). E, em seguida, o último empilhará as caixas em paletes.



Figura 12: Máquina de envase em funcionamento

Os frascos, então, projetados e produzidos por uma empresa terceirizada, que já se encontram no silo, são posicionados na esteira. O líder da equipe aciona a máquina e a mesma começa a encher os frascos através de seus 20 bicos. O tempo médio de envase de um frasco de 2 litros gira em torno de 12 segundos. Todos os frascos são transportados por uma esteira até a bandeja, que gira 360 graus durante todo o processo (Figura 13), e a partir dela, os frascos são encaixotados e enviados a máquina seladora. Depois de selada, as caixas são transportadas por uma pequena esteira até o último operador, onde serão empilhadas em paletes.



Figura 13: Processo de envase

4.2.4 Produto estocado

As caixas são contadas e transportadas até o estoque, sendo encapadas com plásticos para fortalecer o empilhamento e proteger os produtos durante o transporte.

5 COLETA DE DADOS

5.1 Matéria-Prima

As matérias primas utilizadas na fabricação dos amaciantes Tipo A e B são basicamente: água, corante, conservante, essência e quaternário de amônio ou, mais conhecido como, base. Dentre esses, apenas o que diferencia um produto do outro é a base utilizada e suas quantidades adicionadas (devido à diferença de composições entre elas). Esta diferença de quantidade adicionada está relacionada na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 : Diferença de quantidade adicionada de base para fabricação dos amaciantes

Amaciante do Tipo A	Amaciante do Tipo B
3,1% de base	5,6% de base

As condições físicas de entrega das bases, na empresa, são bem distintas em relação à aparência e as condições de higiene e limpeza, como mostrada nas Figuras 14, 15, 16, 17 e 18:



Figura 14 : Base utilizada para fabricação do amaciante Tipo A



Figura 15 : Base utilizada para fabricação do amaciante Tipo B



Figura 16 : Manchas nas bases utilizadas para fabricação do amaciante Tipo B



Figura 17 : Condições de chegada da base do amaciante Tipo B



Figura 18 : Plástico de proteção da base do amaciante Tipo B

O armazenamento das bases também é diferente, sendo que a base para fabricação do amaciante Tipo A é armazenada em local coberto (Figura 20), enquanto que a base para fabricação do amaciante Tipo B é armazenada em local aberto (Figura 19), sofrendo influência do calor, da chuva, da umidade e outros fatores que poderão alterar suas características químicas.



Figura 19 : Armazenamento das bases do amaciante Tipo B



Figura 20 : Armazenamento das bases do amaciante Tipo A

5.2 Produto Acabado

Ao fim do processo de envase dos quatro tanques de fabricação do produto, amostras foram retiradas da linha de produção e armazenadas no laboratório, durante quatro meses, em dias esporádicos. Esta ação foi tomada com o intuito de analisar o amaciante Tipo A e B quanto à mudança de volume e espumação. Os resultados são apresentados através de figuras e tabelas das amostras 1, 2, 3 e 4, a seguir.

5.2.1 Amostra 1

Esta amostra do amaciante Tipo B foi coletada no dia 03 de março de 2008, diretamente da linha de envase, apresentando um peso de 1725g. Seu volume, com o tempo, foi baixando (Tabela 6) e ao fim de 2 meses de armazenamento observou-se que o líquido viscoso apresentava bolhas sobre a superfície do produto (Figuras 21, 22 e 23).

Tabela 6 : Diminuição do volume da amostra 1 com o passar do tempo

Data	Volume (mL)
3/mar	1975
11/mar	1910
4/abr	1859
17/abr	1800
22/abr	1725



Figura 21 : Amostra 1 depois de 2 meses



Figura 22 : Visualização das bolhas sobre a superfície



Figura 23 : A direita, frasco com exatamente 2000mL e a esquerda, amostra 1

5.2.2 Amostra 2

Esta amostra do amaciante Tipo B foi coletada no dia 18 de março de 2008, diretamente da linha de envase, apresentando um peso de 1887,4g. Seu volume obteve uma queda brusca em oito dias e nos dias seguintes diminuiu pouquíssimo (Tabela 7). O mesmo possuía uma camada

espessa de espuma antes de atingir a superfície do líquido viscoso, não sendo possível visualiza-lo (Figuras 24, 25 e 26).

Tabela 7 : Diminuição do volume da amostra 2 com o passar do tempo

Data	Volume (mL)
18/abr	2096
22/abr	1968
5/mai	1960



Figura 24 : Amostra 2 depois de oito dias



Figura 25 : Visualização da superfície espumosa



Figura 26 : A direita, frasco com exatamente 2000mL e a esquerda, amostra 2

5.2.3 Amostra 3

Esta amostra do amaciante Tipo B foi coletada no dia 14 de maio de 2008, apresentando um peso de 2015g. O mesmo foi envasado na máquina, porém apresentou pouco deslocamento do volume em 9 dias, estabilizando após este período (Tabela 8). Não apresentou espuma em sua superfície e possuía aspecto bem grosso. A diferença causada nesta amostra se deve à utilização da base Tipo A na fabricação do amaciante Tipo B (Figuras 27 e 28)

Tabela 8 : Diminuição do volume da amostra 3 com o passar do tempo

Data	Volume (mL)
14/mai	2075
23/mai	2015



Figura 27 : Amostra 3 após 9 dias



Figura 28 : Visualização de sua superfície sem bolhas

5.2.4 Amostra 4

Esta amostra do amaciante Tipo A foi coletada no dia 5 de maio de 2008, diretamente da linha de envase, apresentando um peso de 2024g (Tabela 9). Observando seus aspectos físicos após oito dias, o mesmo apresentou superfície lisa com poucas e minúsculas bolhas de ar (Figuras 29 e 30).

Tabela 9 : Diminuição do volume da amostra 4 com o passar do tempo

<u>Data</u>	<u>Volume (mL)</u>
5/mai	2084
8/mai	2056
13/mai	2030



Figura 29 : À direita, frasco com exatamente 2000mL e à esquerda, amostra 4



Figura 30 : Visualização de sua superfície lisa com pequenas bolhas

5.2.5 Diferença de volume conforme velocidade de envase

A média de produção diária de amaciantes gira em torno de 31500 frascos de 2 litros por dia, e para que isto seja alcançado a máquina envasadora deve funcionar a uma velocidade relativamente alta. Para os amaciantes Tipo A, a média de envase é de 72 frascos/min, enquanto que para o amaciante tipo B a média é de 76 frascos/min.

Devido à influência que a velocidade de envase pode causar no produto final foi coletado amostras dos dois tipos de amaciantes, envasados em velocidades diferentes, e posteriormente, armazenados no laboratório para observação e análise. Os resultados obtidos estão expostos nas Figuras 31, 32, 33 e 34 abaixo:



Figura 31 : Amaciante Tipo A envasado a 62 frascos/min e 82 frascos/min, respectivamente, após 6 dias



Figura 32 : Amaciante envasado a 62 frascos/min, padrão (2L) e 82 frascos/min, respectivamente



Figura 33 : Amaciante Tipo B envasado a 76 frascos/min e 66 frascos/min, respectivamente e em 2 dias



Figura 34 : Espuma gerada nos amaciantes envasados a 76 frascos/min e 66 frascos/min, respectivamente, após 7 dias

Com os resultados das Figuras 33 e 34, observou-se grandes variações no volume do amaciante Tipo B em apenas 2 dias. Desta forma, uma nova coleta de dados relacionada à velocidade de envase foi efetuada, porém, registrando, agora, o peso de cada frasco ao fim do envase em velocidades diferentes. A Tabela 10 mostra o resultado obtido.

Tabela 10 : Pesos dos amaciantes Tipo B envasados em velocidades diferentes

Bico	Peso (g) (74frs/min.)	Peso (g) (42frs/min.)
1	1991	1996
2	1989	2016
3	2015	2038
4	2001	2020
5	2021	2028
6	2020	2042
7	1995	2028
8	2007	2028
9	1999	2018
10	1970	1994
11	1993	2022
12	1973	2004
13	2021	2040
14	2013	2030
15	1997	2026
16	2010	2030
17	1985	2006
18	1989	2004
19	2021	2034
20	2023	2026

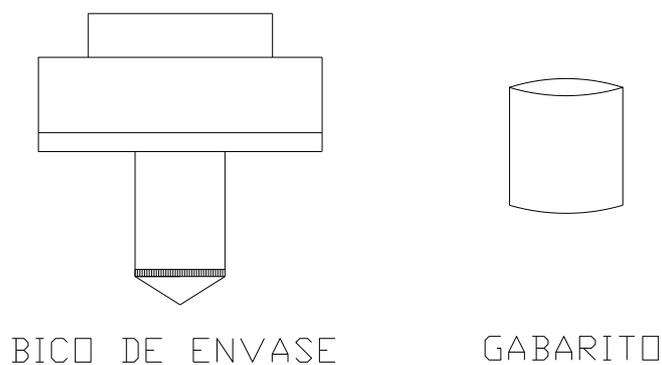
5.2.6 Peso ao término do envase

Observando os pesos dos amaciantes Tipo A e B ao término do envase constatou-se diferenças consideráveis, precedendo em quatro pontos de vistas. O primeiro foi os pesos gerados dos frascos de 2 litros em relação ao bico de envase, o qual este é numerado de 1 a 20. A regulagem dos bicos era feita pelo operador da máquina sem nenhum tipo de medida padronizada, apenas observando e comparando a altura de um bico ao outro. A partir desta regulagem, os dados abaixo (Tabela 11) foram coletados.

Tabela 11 : Pesos dos amaciantes Tipo B envasado em bicos diferentes sem regulagem padronizada

Bico	Peso (g)
1	1948
2	1964
3	1984
4	1968
5	1964
6	1968
7	1916
8	1956
9	1962
10	1990
11	1972
12	1984
13	1952
14	1978
15	1964
16	1926
17	1954
18	1998
19	1970
20	1980

Grandes variações de peso foram observadas em relação aos bicos. A partir disto foi elaborado um gabarito para regulagem dos vinte bicos de envase da máquina, o qual foi desenvolvido com um refugo de 2,0cm de cano PVC. O gabarito é encaixado ao bico e, este, regulado até que a lista preta do bico apareça, como mostra a Figura 35 e 36.

**Figura 35 : Ilustração do bico de envase da máquina e do gabarito desenvolvido**

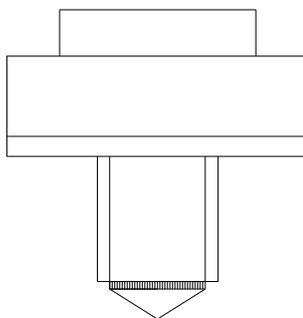


Figura 36 : Ilustração da forma de utilização do gabarito para regulagem do bico

Assim, com os bicos regulados, foi feita uma nova coleta de dados, mostrados na Tabela 12, a seguir.

Tabela 12 : Peso dos amaciantes Tipo B envasado em bicos diferentes com regulagem padronizada

Bico	Peso (g)
1	2008
2	2018
3	2004
4	2028
5	2030
6	2044
7	2030
8	2036
9	2024
10	2008
11	2026
12	2000
13	2040
14	2026
15	2034
16	2030
17	2008
18	2028
19	2032
20	2036

O segundo ponto de vista foi a diferença de pesos encontrados nos amaciantes ao fim do envase, com relação ao tanque fabricado. Este fato é mostrado na Tabela 13, a seguir:

Tabela 13 : Diferença do amaciante Tipo B, após o envase entre os tanques de fabricação

Tanque 12 (6:52 às 7:20hr)		Tanque 11 (7:22 às 8:00hr)		Tanque 10 (8:02 às 9:10hr)	
Bico	Peso (g)	Bico	Peso (g)	Bico	Peso (g)
1	1946	1	2010	1	1974
2	1938	2	2014	2	1978
3	1928	3	2006	3	1954
4	1964	4	2012	4	1970
5	1936	5	2026	5	1988
6	1946	6	2020	6	1984
7	1890	7	1988	7	1964
8	1952	8	1998	8	1974
9	1944	9	2012	9	1980
10	1938	10	2020	10	1970
11	1940	11	2030	11	1970
12	1958	12	2016	12	1980
13	1944	13	2004	13	1958
14	1908	14	2016	14	1962
15	1988	15	1994	15	1954
16	1936	16	2012	16	1972
17	1956	17	2000	17	1970
18	1920	18	2022	18	1972
19	1926	19	2012	19	1974
20	1958	20	2012	20	1984

O terceiro ponto detectado foi à diferença de peso dos frascos de 2 litros quando o produto contido no tanque está prestes a acabar (Tabela 14 e 15). Neste momento, começa a entrar ar junto com o amaciante na tubulação de saída do tanque, tendo o responsável pela fabricação que ajudar, com um rodo, a empurrar o restante do produto em direção a saída do mesmo, devido a base do tanque ser plana.

Tabela 14 : Pesos do amaciante Tipo A, no meio e ao fim do envase do tanque 12

Bico	Peso (g) (meio)	Peso (g) (fim)
1	2028	2036
2	2034	2060
3	2036	2028
4	2028	2050
5	2004	2006
6	2010	2020
7	2030	2030
8	2016	2040
9	2028	2032
10	2040	2030
11	2014	2040
12	2018	2048
13	2022	2028
14	2004	2020
15	2010	2000
16	2018	2004
17	2018	2000
18	2018	2014
19	2026	2004
20	2020	1998

Tabela 15 : Peso do amaciante Tipo B ao fim do envase do tanque 11 e início do tanque 13

Bico	Peso (g)
1	1692
2	1700
3	1724
4	1710
5	1718
6	1710
7	1692
8	1704
9	1696
10	1714
11	1714
12	1888
13	1898
14	1898
15	1970
16	1978
17	1962
18	2008
19	1978
20	1970

E por fim, a última observação foi à diferença de peso com relação ao envase “com” e “sem” utilização da bomba, mostrada na Tabela 16.

Tabela 16 : Diferença de peso entre o envase “com” e “sem” utilização da bomba

Com bomba		Sem bomba	
Bico	Peso (g)	Bico	Peso (g)
1	2006	1	2012
2	2030	2	2024
3	2020	3	2022
4	2018	4	2024
5	2012	5	1992
6	2000	6	2006
7	2000	7	2028
8	2014	8	2010
9	2020	9	2018
10	2014	10	2020
11	2000	11	2010
12	2018	12	2020
13	2016	13	2020
14	2010	14	2016
15	1970	15	2022
16	2026	16	2038
17	2022	17	2026
18	2026	18	2034
19	2050	19	2026
20	2036	20	2034

5.2.7 Densidade

Para analisar o fator densidade do produto, coletou-se, diretamente da linha de envase, uma amostra dos dois tipos de amaciantes, sendo posteriormente armazenados no laboratório para observação e análise do comportamento da massa específica. As densidades foram determinadas através da equação (3), a uma temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, para o Tipo A e B, por meio de um frasco padrão (Figura 37) adotado, de massa igual a 85,02g e volume de 116mL.



Figura 37 : Frascos padrão utilizado para determinação da densidade

Após um mês de observação e determinação das densidades obteve-se os dados apresentados nas Tabelas 17 e 18, a seguir:

Tabela 17 : Densidade da amostra Tipo A

Data	Densidade encontrada (g/mL)
2/jun	0,8837
3/jun	0,8982
5/jun	0,9072
9/jun	0,9336
12/jun	0,9436
16/jun	0,9514
18/jun	0,9557
23/jun	0,9608
25/jun	0,9621
26/jun	0,9578

Tabela 18 : Densidade da amostra Tipo B

Data	Densidade encontrada (g/mL)
5/jun	0,9057
9/jun	0,9152
12/jun	0,935
16/jun	0,9441
18/jun	0,9423
23/jun	0,9408
25/jun	0,9508
26/jun	0,9596

Observação: A amostra do amaciante Tipo B foi coletada da produção de um tanque fabricado no dia anterior ao envase.

5.3 Dimensionamento da Tubulação

Para uma análise mais aprofundada do processo produtivo dos amaciantes foi observado e dimensionado a disposição da tubulação que liga os tanques 10, 11, 12 e 13 à máquina envasadora. O Quadro 3 especifica todos os locais envolvidos e suas dimensões.

Especificação	Medida (m)
Altura da máquina	2,3
Altura do cano de entrada do líquido na máquina ao chão	1,8
Altura do Tanque	1,6
Diâmetro do tanque	2,13
Diâmetro do tubo	0,1
Dimensão da bomba	1,80x0,28
Distância da entrada da bomba até o tanque 10	3,8
Distância da parede a entrada da máquina	4
Distância do fim da bomba a parede	0,8
Distância entre tanque 10 a 13	6,4
Distância entre tanques	2,1
Distância total (tanque + chão)	5,25

Quadro 3: Locais dimensionados e medidas relacionadas à tubulação de envase

A partir das medidas anteriores coletadas foi desenhado o layout dos tanques e da tubulação presente, apresentada pela Figura 38:

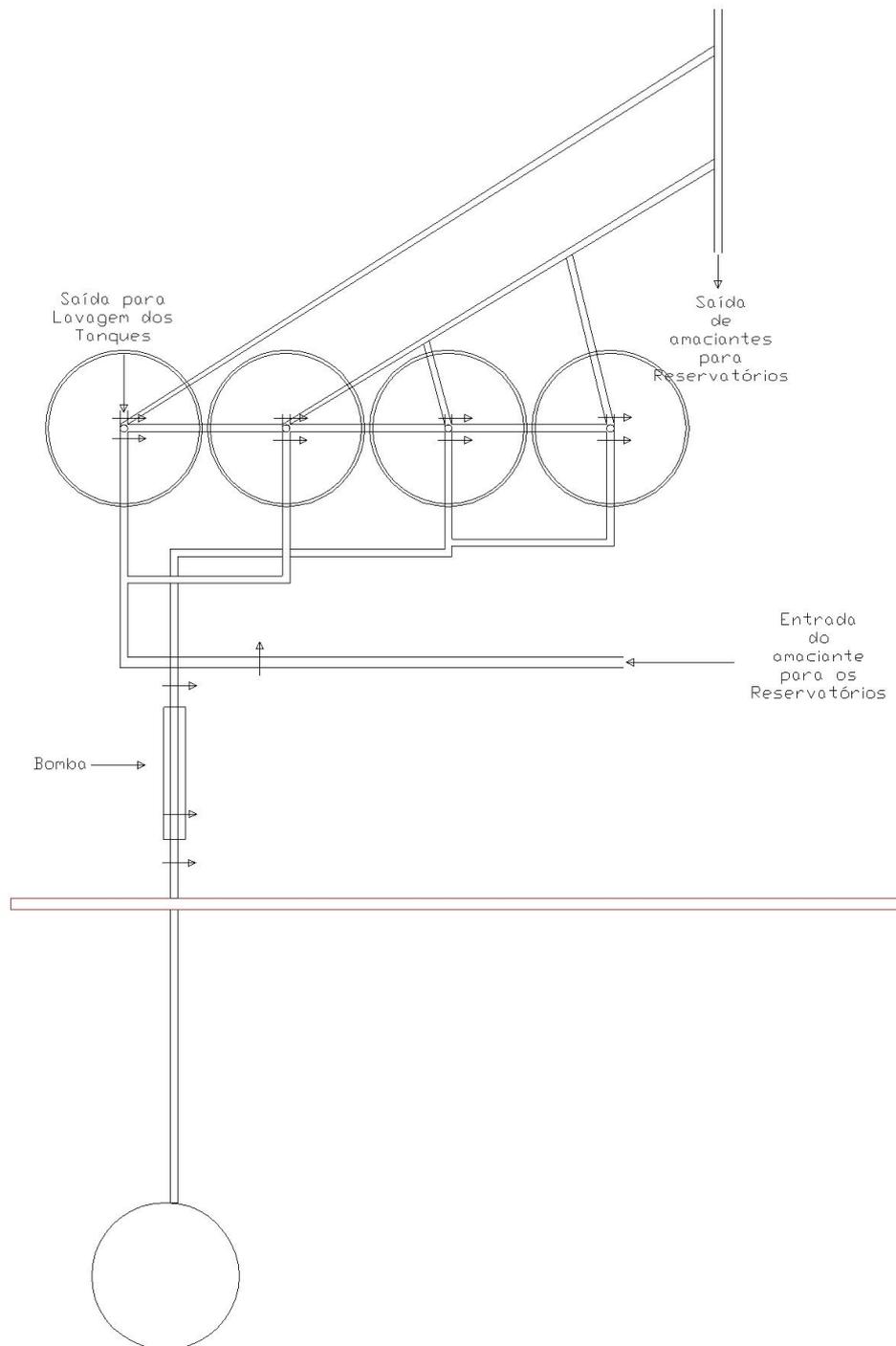


Figura 38 : Disposição da Tubulação de envase

Após análises feitas do processo, incluindo conhecimento de perdas de carga, bomba, pequenas distância, entre outros fatores, a disposição da tubulação foi alterada pela equipe envolvida neste projeto e implantada conforme o Figura 39.

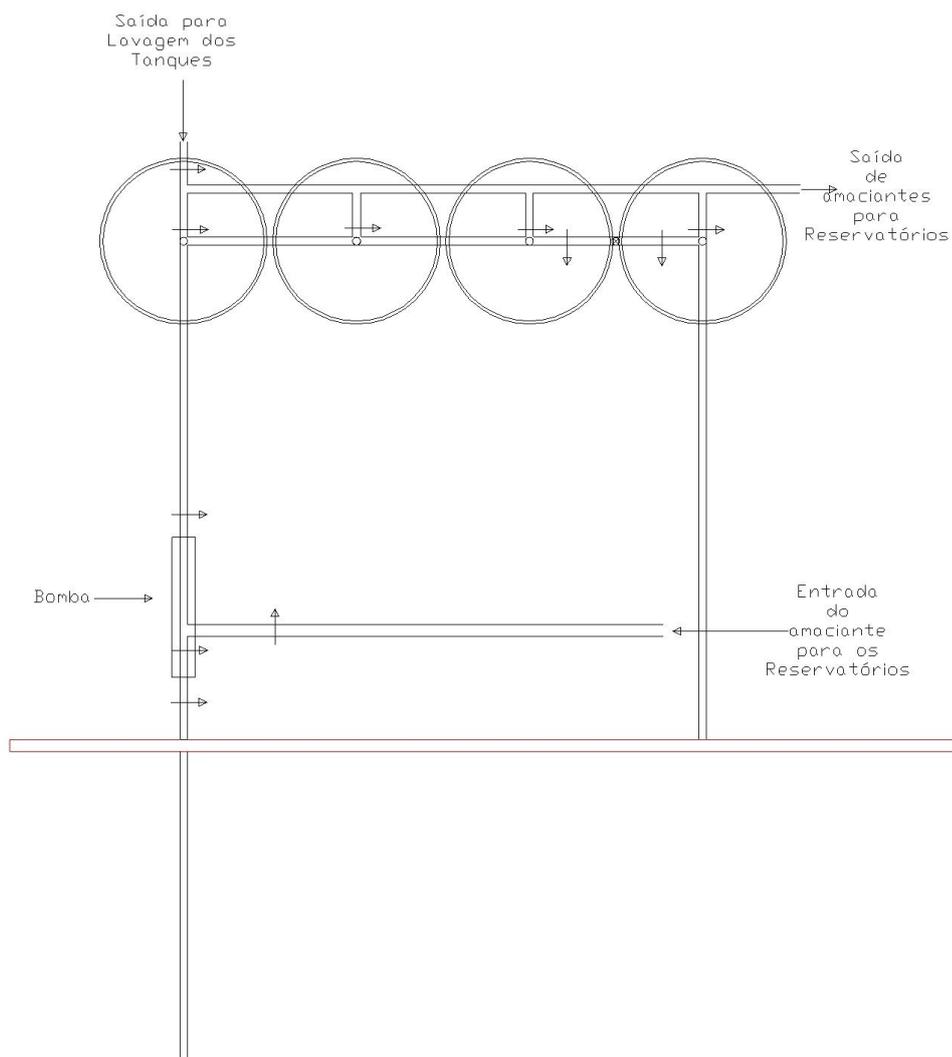


Figura 39 : Disposição da Tubulação de envase modificada

Após a implantação das mudanças nas tubulações, mais dados foram coletados para verificar o tipo de escoamento existente no processo. Assim, determinou-se, diretamente do tanque, a densidade e a viscosidade do amaciante (Tipo B) e, posteriormente, outros dados que estão listados na Tabela 19.

Tabela 19: Tempo e distância para determinação do escoamento

	Com a bomba ligada	Sem a bomba ligada
Tempo (s) para encher 20 litros	3	15
Distância (m)	9,96	9,96
Densidade (g/mL)	0,848	0,848
Viscosidade (cP)	400	400

5.4 Tempo de Descanso do Produto nos Tanques

Uma outra variável necessária a ser observada, foi o peso adquirido após o envase em relação ao tempo de descanso dos tanques ao término da fabricação. Estes dados foram coletados pelo responsável da fabricação e pelo operador da máquina. Aquele registrando, na folha de verificação (Anexo C) disponibilizada, o produto a ser fabricado, o tanque e o horário de término da fabricação, enquanto este registrando, também na folha de verificação (Anexo D) disponibilizada, o tanque, o peso de cinco amostras após sair da linha de envase e o horário de início e término do envase do tanque, durante dois dias. Os dados coletados pelos dois funcionários foram mesclados e apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 : Dados coletados na fabricação e no envase para cálculo do tempo de espera

Data	Tipo Amaciante	Tanque	Fim da fabricação	Início envase	Tempo descanso	Fim do envase	Peso médio	Quant. de caixa
23/jun	B	11		12:17		13:00	1994	401
23/jun	A	12	12:40	13:25	00:45	14:00	1954	350
23/jun	A	10	12:55	14:37	01:42	14:05	2003	124
23/jun	A	11	13:35	14:03	00:28	14:35	1982	368
23/jun	A	12	14:35	07:22	16:47	08:00	2005	371
23/jun	A	11	15:35	06:25	14:50	07:20	1985	362
24/jun	A	10	07:03	08:02	00:59	08:45	1966	378
24/jun	A	11	07:58	08:47	00:49	09:20	1982	370
24/jun	A	12	08:40	09:23	00:43	10:00	1964	380
24/jun	A	10	09:35	10:02	00:27	10:40	2034	372
24/jun	A	11	10:10	10:42	00:32	11:25	1930	404
24/jun	A	12	10:40	11:30	00:50	12:10	1973	333
24/jun	A	10	11:20	12:12	00:52	13:00	1972	416
24/jun	A	11	12:35	13:27	00:52	14:10	2010	370
24/jun	A	12	12:42	14:12	01:30	14:55	1909	429
24/jun	A	10	14:42	16:30	01:48	17:30	1994	376
Média							1978,56	363

5.5 Viscosidade do Produto entre os Tanques

Por meio das observações feitas durante o processo de fabricação, em que os amaciantes produzidos entre os quatro tanques aparentavam ter características diferentes, foi feita uma nova coleta de dados da viscosidade do amaciante em relação aos tanques produzidos. As Tabelas 21 e 22 expõem os dados coletados.

Tabela 21: Viscosidade dos amaciantes em relação ao tanque fabricado

Data	VISCOSIDADE (cP)			
	Tanque 10	Tanque 11	Tanque 12	Tanque 13
09/04/08	705	522	519	356
10/04/08	769	-	698	766
18/04/08	326	635	583	552
22/04/08	-	-	749	713
30/05/08	-	682	473	457
30/05/08	-	-	677	702

Sabendo que:

cP = centipoise

10^3 cP = 1 Pa*s

Tabela 22 : Viscosidade e peso em frasco de 2L coletado direto do tanque

	Viscosidade (cP)	Peso (g)
Tanque 10	326	2016
Tanque 11	635	2066
Tanque 12	583	1968
Tanque 13	552	2020

5.6 Outros Fatores

Outros fatores que podem influenciar na qualidade final do produto, também, foram observados. A Figura 40 mostra a hélice responsável por homogeneizar a base pastosa na água. O tempo necessário para fabricação de um tanque de amaciante Tipo A é de 35 minutos, enquanto que um tanque de amaciante Tipo B é de 25 minutos.



Figura 40 : Hélice de fabricação dos amaciantes

Observando tal diferença de homogeneidade da superfície do líquido no tanque (Figura 41 e 42), determinou-se a viscosidade, a uma temperatura de 20°C, do produto ao centro, resultando em 674cP e do produto a borda do tanque, o qual o viscosímetro não conseguiu medir devido à alta consistência.



Figura 41: Superfície heterogênea do amaciante Tipo B durante o envase

Ainda nesta fabricação, foi coletado o peso do produto em um frasco de 2 litros, diretamente do tanque de fabricação e após o envase, e posteriormente, determinado suas respectivas densidades (Tabela 23).

Tabela 23 : Peso e densidade medidos direto do tanque e após o envase

	Tanque	Envasado
Peso (g)	1948	1932
Densidade (g/mL)	0,9727	0,8585

Ao fim do envase, houve várias reclamações dos próprios funcionários da máquina a respeito da ocorrência de pedaços de base não homogeneizada no produto, entupindo os bicos da máquina envasadora.



Figura 42 : Superfície heterogênea

Outro fator, também observado, foi referente às inclinações diferentes das hélices nos tanques (Figura 43 e 44).



Figura 43 : Diferentes ângulos nos eixos das hélices (superior)



Figura 44 : Diferentes ângulos nos eixos das hélices

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os dados coletados, constatou-se, em um primeiro momento, que a diferença de proporção de base utilizada na fabricação dos dois tipos de amaciantes não é um fato agravante. A composição química da base Tipo A é bem mais concentrada em composto ativo (responsável pela viscosidade) que a base Tipo B, tendo aquele, ainda, que apresentar uma viscosidade maior que este para adquirir características do produto Tipo A. No entanto, analisando as diferenças em relação às características físicas em que as mesmas bases chegam à empresa (Figuras 14, 15, 16, 17 e 18), destaca-se uma inferioridade na qualidade da base Tipo B, podendo observar manchas no seu conteúdo e más condições de limpeza do recipiente que a contém. Outro fator, também referente às bases utilizadas, são as condições de armazenamento (Figuras 19 e 20), em que a base Tipo B fica exposta totalmente a fatores ambientais, como temperaturas elevadas, chuva e frio, provocando alterações em suas características químicas, conforme especificado no rótulo da mesma.

Uma análise seguinte diz respeito às alterações de volumes nos produtos acabados, o que se comprova com a Tabela 24.

Tabela 24: Variação entre os volumes iniciais e finais

Amostras	Volume inicial (mL)	Volume final (mL)	Diminuição (%)
1	1975	1725	12,66
2	2096	1960	6,49
3	2075	2015	2,89
4	2084	2030	2,59

Pode-se observar grandes alterações nas amostras 1 e 2, que correspondem a amaciantes do Tipo B. A amostra 1 encontra-se com volume abaixo do especificado no rótulo, reduzindo, ainda mais com o passar de 50 dias de observação. Esta redução deve-se a alta espumação que a mesma apresentou ao fim do processo de envase. A amostra 2, embora tenha reduzido apenas a metade da porcentagem de diminuição da amostra 1, também ficou bem abaixo dos 2 litros especificados no rótulo ao final dos 17 dias de observação. Ainda, estas duas amostras encontram-se abaixo dos 1,5% (-30mL) de tolerância permitidos pelo INMETRO (Tabela 2), sendo então, reprovados se pegos pelo IPEM. Já, a amostra 3 (amaciante Tipo B) obteve uma redução do volume bem mais próxima da amostra 4 (amaciante Tipo A), o que se atribui ao fato de a amostra 3 ter sido fabricada com a base Tipo A, obtendo, assim, baixo deslocamento

e ausência de espuma. E por fim, a amostra 4, que embora também tenha apresentado redução de volume, permaneceu com 30 mL a mais de produto no frasco, como margem de segurança.

Ainda analisando o produto acabado, observou-se diferenças de volume em relação à velocidade que os dois tipos de amaciantes foram envasados. Mesmo que, o amaciante tipo A (Figuras 31 e 32) tenha sido envasado a uma diferença de velocidade maior que a do tipo B (Figuras 33 e 34), aquele apresentou uma queda menor de volume, não causando espumação e irregularidade quanto à quantidade de produto. Considerando as altas variações que o amaciante tipo B apresentou, em relação ao volume e a espumação, foi efetuada uma coleta de dados diferenciada, registrando os pesos dos frascos após o envase de 42 frascos/min. e 74 frascos/min (Tabela 25).

Tabela 25: Média, quantidade, porcentagem e diferença em mL dos pesos em velocidades diferentes

Bico	Peso (g) (74 frs/min.)	Peso (g) (42 frs/min.)	Diferença em (mL)
1	1991	1996	5
2	1989	2016	27
3	2015	2038	23
4	2001	2020	19
5	2021	2028	7
6	2020	2042	22
7	1995	2028	33
8	2007	2028	21
9	1999	2018	19
10	1970	1994	24
11	1993	2022	29
12	1973	2004	31
13	2021	2040	19
14	2013	2030	17
15	1997	2026	29
16	2010	2030	20
17	1985	2006	21
18	1989	2004	15
19	2021	2034	13
20	2023	2026	3
Média	2001,65	2021,5	19,85
Quant.< 2000g	10	2	
Porcentagem	50%	10%	

Com a análise dos dados extraídos da Tabela 25, observou-se entre as duas velocidades, uma variação de aproximadamente 20mL da média de volume; diferença esta que resulta numa infração perante as normas do INMETRO, como pode ser visualizado na Figura 33. Um outro

fato observado, ainda na Tabela 25, é a quantidade de frascos com peso abaixo de 2000g (peso recomendado para obtenção de um volume confiável), que a 74 frascos/min obteve-se um total de 10 frascos, o que corresponde a 50% da amostra e uma média de 2001,65g, enquanto que a 42 frascos/min obteve-se 2 frascos abaixo, correspondendo a apenas 10% da amostra e uma média de 2021,5g.

Em face aos quatro pontos de vistas apontados no peso do produto envasado, análises foram efetuadas, e para alguns casos foram tomadas ações visando minimizar o problema geral. O primeiro ponto de vista apontou uma diferença de peso entre os frascos, consequência da diferença de regulagem (Tabela 11). A partir disso, foi proposto a elaboração de um gabarito para regulagem dos mesmos antes de iniciar o funcionamento da máquina envasadora.

Tabela 26: Variação de volume entre peso com e sem regulagem de bico

Bico	Peso (g) antes da regulagem	Peso (g) depois da regulagem
1	1948	2008
2	1964	2018
3	1984	2004
4	1968	2028
5	1964	2030
6	1968	2044
7	1916	2030
8	1956	2036
9	1962	2024
10	1990	2008
11	1972	2026
12	1984	2000
13	1952	2040
14	1978	2026
15	1964	2034
16	1926	2030
17	1954	2008
18	1998	2028
19	1970	2032
20	1980	2036
Maior peso	1998	2044
Menor peso	1916	2000
Variação	82	44

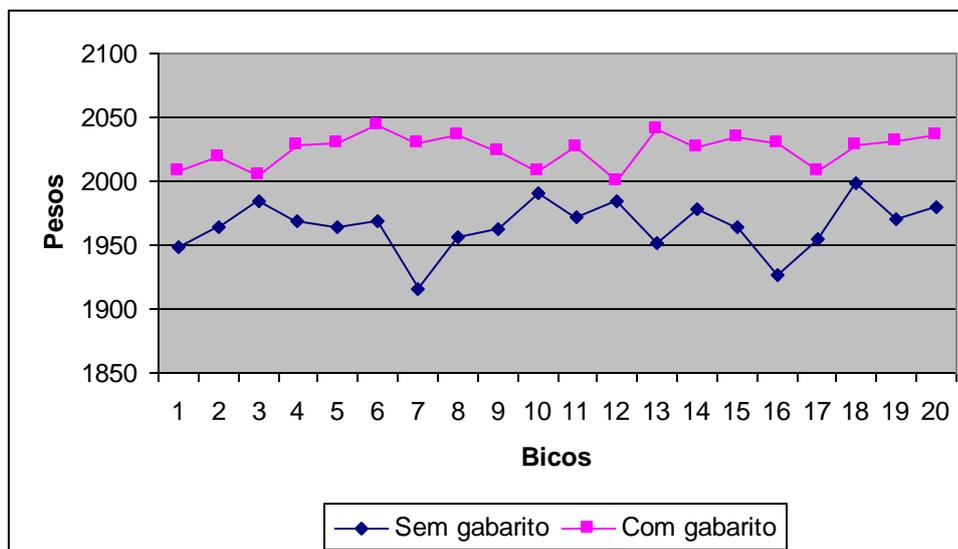


Figura 45: Variação dos pesos entre o envase com e sem regulagem (gabarito)

Assim, com esta regulagem, a diferença de peso entre os frascos que antes era de aproximadamente 82g caiu para 44g, reduzindo a variação em 53,65% (Tabela 26). A Figura 45, acima, mostra esta variação com regulagem, variando em apenas uma faixa (2000g a 2050g) enquanto que a sem regulagem apresenta uma variação em duas faixas (1900g a 2000g), ou seja, o dobro (Figura 45).

Já, o segundo ponto de vista, mostra a diferença das médias de pesos, e da variação de volume em relação aos produtos envasados nos três tanques diferentes, como mostrado na Tabela 27 e Figura 46.

Tabela 27 : Análises feitas a partir da Tabela 15

	Pesos (g)		
	Tanque 12	Tanque 11	Tanque 10
Máximo	1988	2030	1988
Mínimo	1890	1988	1954
Variação	98	42	34
Média do Peso	1940,8	2011,2	1971,6

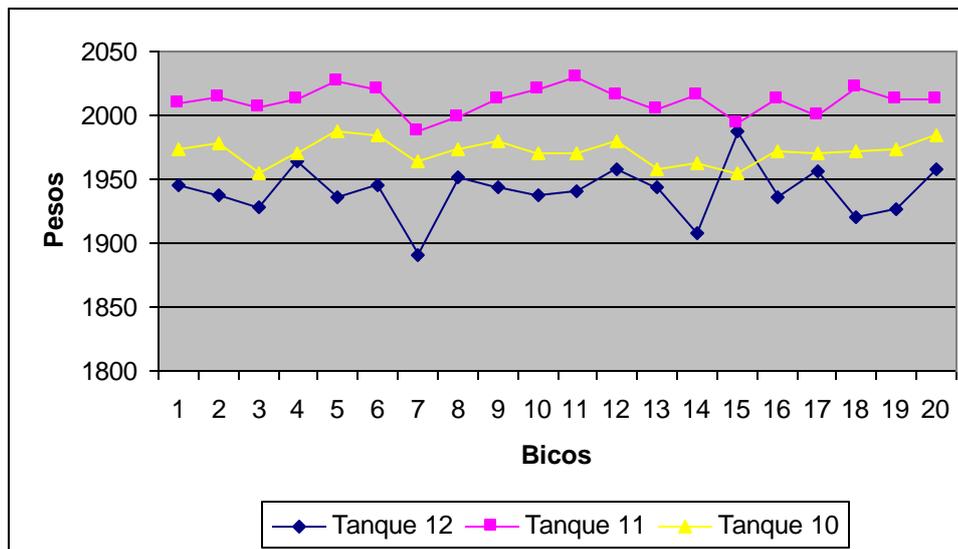


Figura 46: Variação dos pesos entre os diferentes tanques

A partir destes resultados, pode-se observar que existem fatores relacionados a cada tanque, alterando as características do produto fabricado entre eles, já que a quantidade de matérias-primas adicionadas à fabricação é sempre a mesma. Estes fatores podem estar relacionados ao tipo de hélice e suas aberturas, que são irregulares e diferentes de um tanque para o outro, e à inclinação em que as mesmas foram instaladas. Estas informações estão ilustradas nas Figuras 40, 43 e 44.

Com a falta de homogeneização do produto após a fabricação (Figuras 41 e 42), em alguns casos, faz-se necessário a utilização da bomba para o envase e, posteriormente, o auxílio de um rodo para empurrar o restante do produto até a tubulação de saída, aumentando a quantidade de bolhas dissolvidas ao mesmo (Tabela 23). Houve casos em que pedaços de base não foram totalmente dissolvidos no produto por meio da agitação, resultando em uma fabricação de 4500 litros de amaciante com a presença destes fragmentos, que quando maiores entopem os bicos da máquina e quando menores, se integram ao produto final.

O terceiro ponto de vista diz respeito à redução de peso dos frascos ao término do envase de cada tanque. Isso ocorre como já relatado anteriormente, devido ao fundo do tanque ser plano e o produto ser um líquido viscoso, não favorecendo, assim, o deslocamento através da tubulação apenas pela força da gravidade.

Finalmente, o quarto ponto de vista registra dados de pesos dos frascos envasados com e sem utilização da bomba, como registrados na Tabela 16 e sintetizados na Tabela 28.

	Com bomba	Sem bomba
Peso Máximo (g)	2050	2038
Peso Mínimo (g)	1970	1992
Variação do peso (g)	80	46
Média de peso (g)	2015,4	2020,1

Portanto, conclui-se que a variação de peso dos frascos diminuiu em 42,5% quando a bomba não é utilizada no envase, obtendo, também, uma média de peso maior. A partir da Figura 47 pode-se visualizar melhor estas variações.

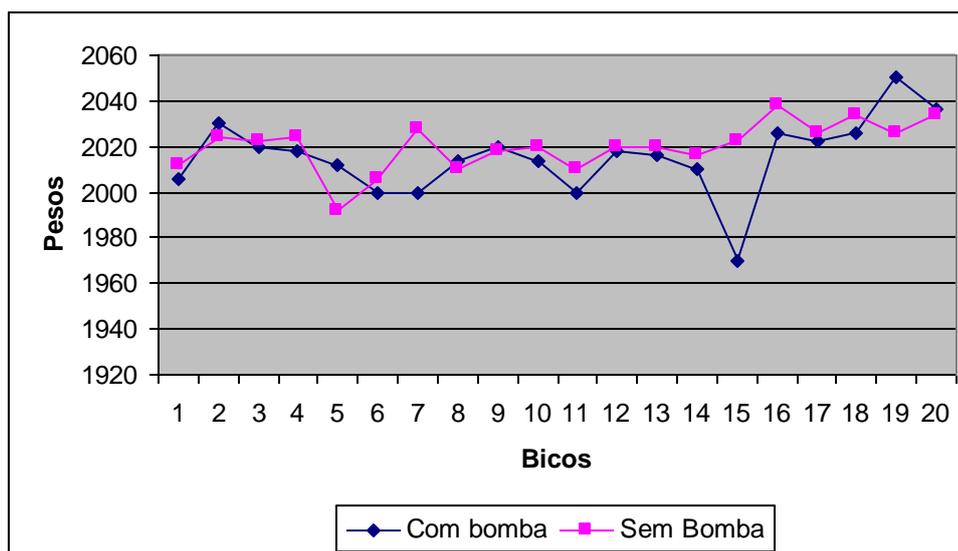


Figura 47: Variação dos pesos entre o envase com e sem utilização da bomba

A partir desta análise, propôs-se (equipe envolvida no projeto) à gerência da empresa, uma mudança no arranjo da tubulação que transporta o produto do tanque até a máquina envasadora (Figuras 38 e 39). Esta alteração reduziu a perda de carga, a distância e, também, o número de cotovelos que geravam um produto altamente espumoso após o envase, e no qual antes era impossível efetuar o envase apenas pela força gravitacional sem o auxílio da bomba.

Objetivando determinar o tipo de escoamento presente no processo, calcula-se o número de Reynolds (Equação 7) a partir dos dados da Tabela 19.

a) Cálculo de Reynolds com a bomba ligada:

Calculando, primeiramente, a vazão (Q):

$$Q = \frac{20l}{3s}$$

$$Q = 6,66 \frac{l}{s}$$

$$Q = 0,00666 \frac{m^3}{s}$$

A partir desta vazão (Q) calcula-se a velocidade (V):

$$Q = V * A$$

$$V = \frac{0,00666 \frac{m^3}{s}}{\pi * (0,05)^2 m^2}$$

$$V = 0,848 \frac{m}{s}$$

Por último, encontra-se o número de Reynolds (adimensional):

$$Re = \frac{896 \frac{kg}{m^3} * 0,848 \frac{m}{s} * 9,96m}{0,4 \frac{kg}{m * s}}$$

$$Re = 18919,22$$

Portanto, como o Reynolds obtido foi maior que 2300 (Regime de Transição), este escoamento é considerado turbulento.

b) Cálculo de Reynolds com a bomba desligada:

Novamente, calculando a vazão (Q) para o processo sem bomba:

$$Q = \frac{20l}{15s}$$

$$Q = 1,33 \frac{l}{s}$$

$$Q = 0,00133 \frac{m^3}{s}$$

A partir desta vazão (Q) calcula-se a velocidade (V):

$$Q = V * A$$

$$V = \frac{0,00133 \frac{m^3}{s}}{\pi * (0,05)^2 m^2}$$

$$V = 0,169 \frac{m}{s}$$

Por último, encontra-se o número de Reynolds (adimensional):

$$Re = \frac{896 \frac{kg}{m^3} * 0,169 \frac{m}{s} * 9,96m}{0,4 \frac{kg}{m * s}}$$

$$Re = 3770,45$$

Todavia, como o número de Reynolds obtido continua maior que 2300 (Regime de Transição) o escoamento ainda permanece turbulento, no entanto, com cerca de 80% a menos de turbulência que o anterior.

Analisando, agora, as Tabelas 17 e 18, relacionada à densidade dos dois tipos de amaciantes, constata-se que ambos tiveram aumento na densidade; contudo, o amaciante Tipo A aumentou em 8,15% do valor inicial, enquanto que o Tipo B aumentou apenas em 5,62%. Nesta análise, os números se enquadram, pois, embora a quantidade total de base adicionada ao amaciante Tipo B seja maior, sua proporção em composto ativo é menor, o que dá ao amaciante Tipo A, uma viscosidade e densidade maior. Tendo em vista que como o amaciante Tipo B já apresentava uma densidade relativamente alta, o mesmo não aumentaria de forma significativa seu valor inicial. No entanto, se há aumento da densidade, conseqüentemente terá diminuição do volume, pois são inversamente proporcionais. O amaciante Tipo B é o que mais sofre com essa inversão, devido a sua alta espumação e qualidade do composto ativo. Pode-se observar, ainda, que o aumento da densidade do amaciante Tipo A é mais estável (Figura 48) do que o amaciante Tipo B (Figura 49).

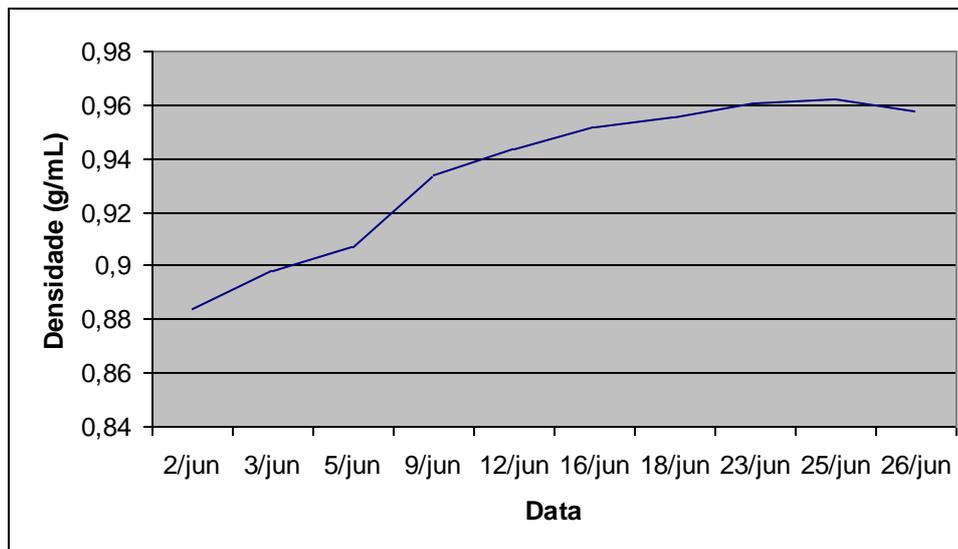


Figura 48: Comportamento da densidade do amaciante Tipo A

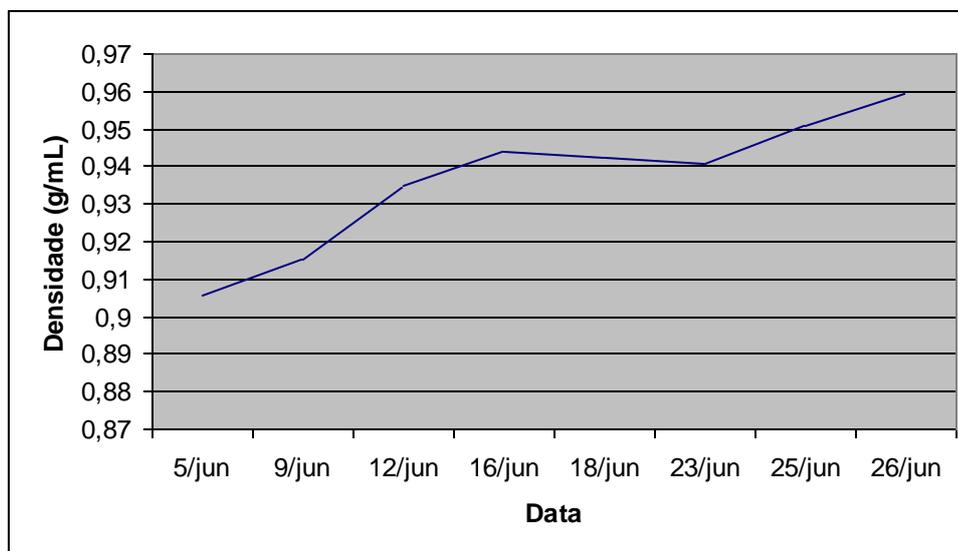


Figura 49: Comportamento da densidade do amaciante Tipo B

Analisando a Tabela 20 por meio da figura 50, nota-se que não há uma correlação entre os pontos, como podem ser visualizados. Observa-se que a média de tempo diária de descanso gira em torno de 56 minutos, como mostrado na Figura 50, em que por volta desta média de tempo, há vários registros de pesos diferentes. Outra informação a ser tirada desta figura são os dois tanques que posaram descansando (um tempo de 14 horas e 20 minutos e 16 horas e

47 minutos, respectivamente), em que um deles obteve, ainda, uma média de peso abaixo de 2000g e o outro apenas superou 5g do limite de peso.

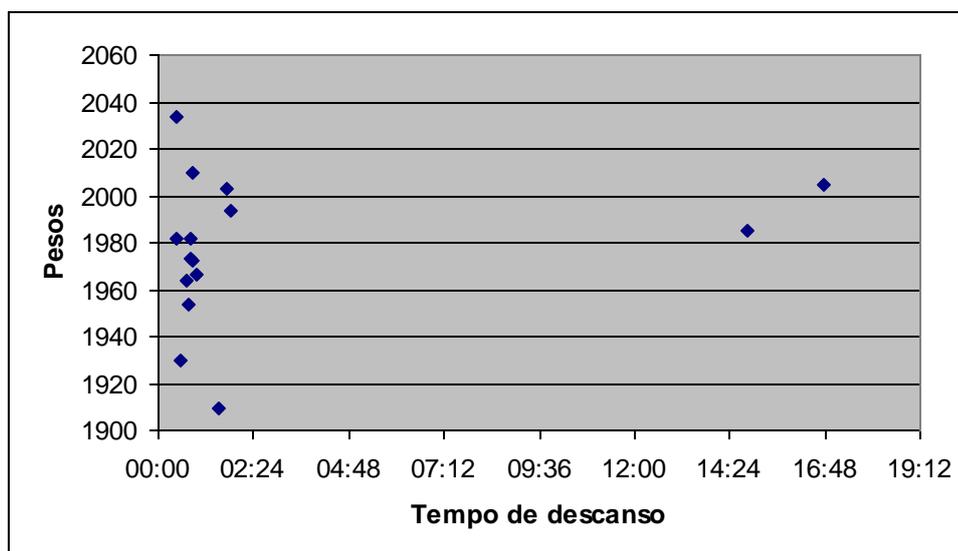


Figura 50 : Correlação entre tempo de descanso e peso médio

No entanto, ainda na Tabela 20, pode-se observar que a média dos pesos dos amaciantes é maior no tanque 10 e diminui nos seguintes (Figura 51). Isso ocorre porque o tanque 10 tem uma distância menor da máquina envasadora e menor número de cotovelos (perda de carga), como mostrado na Tabela 29

Tabela 29: Média resultante dos dados da Tabela 22

Peso (g)		
Tanque 10	Tanque 11	Tanque 12
2003	1994	1954
1966	1982	2005
2034	1985	1964
1972	1982	1973
1994	1930	1909
	2010	
Média dos Pesos (g)		
1994	1981	1961

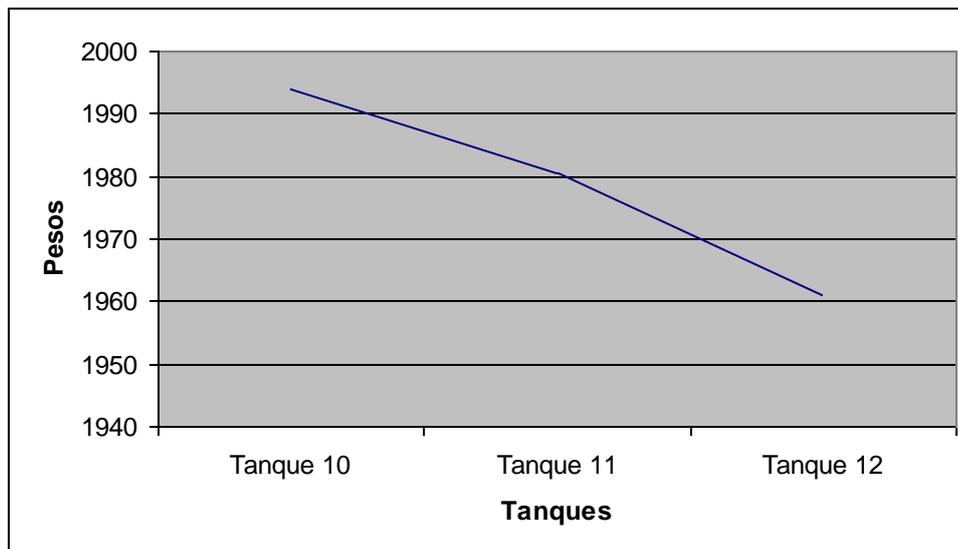


Figura 51: Tendência da redução da média de pesos em relação a diferença de tanques

Durante a produção do amaciante Tipo B, nos quatro tanques, fabricados com a mesma base e quantidade de matérias primas, observou-se que a característica do produto de um dos tanques se encontrava bem diferente dos outros, apresentando uma viscosidade de 326cP , bem abaixo da normal (620cP), como registrado na Tabela 21. Esta diferença entre os tanques, indica uma baixa qualidade do produto quanto à uniformidade da sua composição química. Registrou-se, na Tabela 22, dados comprovando que apesar da viscosidade do Tanque 10 ter sido baixa, o peso coletado no frasco diretamente do tanque ficou dentro das normas. No entanto, com o processo de envase, o líquido viscoso do amaciante sofre alterações nas suas características em face ao escoamento turbulento que ocorre no transporte até a máquina, como mostrado nos cálculos anteriores.

A maioria das análises feitas, até então, estiveram ligadas à base de fabricação dos amaciantes Tipo A e B, por isso construiu-se o Quadro 4, listando diferenças observadas entre elas em um contexto geral.

Base Tipo A	Base Tipo B
Viscosidade estável	Viscosidade não estável
Surgimento de pouca espuma	Surgimento de grande quantidade de espuma
Pouca alteração do volume	Grandes variações do volume
Coloração branca sem ocorrências de sujeiras	Coloração amarelada com ocorrência de sujeiras
Validade por dois anos	Validade por um ano
Composição mais concentrada (composto ativo)	Composição menos concentrada (composto ativo)
Recipiente em boas condições	Recipiente em más condições
Local fechado de armazenagem	Local aberto de armazenagem

Quadro 4: Diferenças observadas entre os dois tipos de amaciantes

7 CONCLUSÃO

Foi possível observar que muitos dos pesos mostrados nas diversas tabelas da coleta de dados estavam bem abaixo dos 1970g (1,5% de tolerância) o que indica, que diversos lotes deste produto seriam reprovados pelos exames aplicados pelo IPEM, seguindo as normas dos INMETRO. Assim, com base nos dados coletados e nos resultados obtidos e discutidos acima concluiu-se que a principal causa do problema identificado foi à base Tipo B que se encontra abaixo dos padrões de qualidade exigidos, causando alterações como espumação e redução de volume. Já, algumas alterações ocorridas no amaciante Tipo A, que não infringiram as normas do INMETRO, foram decorrentes do escoamento turbulento que permanece no processo produtivo, mesmo sem a utilização da bomba e de equipamentos inadequados utilizados tais como: o tipo e a diferença de abertura dos dentes da hélice, a angulação do seu eixo entre os tanques e o fundo plano do tanque.

8 PROPOSTA

Analisando os problemas ocorridos, cinco mudanças deveriam ser efetuadas com o intuito de melhorar o processo, de modo a reduzir as alterações de volume dos amaciantes produzidos. A primeira seria a troca dos tanques de fundo plano por tanques de fundo cônico (Anexo E), facilitando o envase, pela força da gravidade, sem a utilização de equipamentos como o rodo, que transporta o restante do produto do tanque até o cano de saída. Uma segunda mudança seria a troca do tipo de hélice utilizada na fabricação dos amaciantes, passando de hélice circular para hélice de lâmina helicoidal (Anexo F), pois de acordo com Coulson e Richardoson (1971) “é um dos misturadores mais eficientes, em que a lâmina passa bem perto da parede do tanque e gera um fluxo do líquido viscoso” igual ao mostrado no Anexo G. Esta lâmina prova uma maior qualidade de homogeneização da base na água e menos tempo de fabricação. A terceira mudança seria padronizar o ângulo dos eixos das hélices, minimizando as incidências do vórtice e diferenças de viscosidade e densidade entre os produtos nos tanques. Já, a quarta mudança, seria a produção de amaciantes a quente, ao invés, da produção a frio, reduzindo, assim, o índice de espumação devido ao produto a quente ter uma baixa viscosidade. Nesta situação, o produto tem comportamento similar ao da água no processo de envase, liberando facilmente as bolhas de ar que estiverem inseridas no mesmo. Após o resfriamento do produto, a viscosidade voltará à característica natural, em dada temperatura ambiente. Finalmente, a última mudança deveria ser a conscientização dos funcionários quanto a abertura da válvula de entrada do amaciante ao reservatório, visando minimizar a presença de bolhas de ar no produto.

REFERÊNCIA

AKZO NOBEL. **Especialidade Química para Saneantes Domésticos e Institucionais**. Julho, 1999.

AMANTE, A.R.; CINDRA, J.L.; MONTEIRO, M.A.; TEIXEIRA, O.P.B., **Mecânica dos Fluidos: Algumas considerações sobre a viscosidade**. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2004. Disponível em: <www.sbfl.sbfsica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0625-2.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2008, 18:35hr.

ANDRADE, J.C.; CESAR, J.; PAOLI, M.A., **A determinação da densidade de sólidos e líquidos**, jul. 2004. UNICAMP, Instituto de Química - Campinas. Disponível em: <http://www.chemkeys.com/bra/md/eddns_2 /adddd_3/adddd_3.htm>. Acesso em: 17 mar. 2008, 14:00hr.

BERTULANI, C., **Viscosidade, Turbulência e Tensão superficial**. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/teaching/fis2/hidrodinamica/viscosidade.html>>. Acesso em: 17 mar. 2008, 17:30hr.

CAMPANHOL, A.M; GODOY, L.P; WAKULICZ, G.J, **Estudo de Viabilidade Econômica para Implantação de uma Unidade Fabril Produtora de um Amaciante de Artigos Têxteis**. Santa Maria - RS, 1998, p.1.

COULSON, J.M.; RICHARDSON, J.F., Non-Newtonian technology. In: **Chemical Engineering**. New York: Pergamon Press, 1971. p. 468-469.

FABRY, C., **Eléments de Thermodynamique**. Librairie Armand Colin: Paris, 1952. Capítulo I.

FERREIRA, G.F.L. Considerações sobre o conceito de temperatura e de temperatura absoluta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n.1, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-47442006000100016&script=sci_arttext>. Acesso em 12 set. 2008, 15:36hr.

FOX, R.W.; MCDONALD, A.T. escoamento interno incompressível. In: **Introdução a Mecânica dos Fluidos**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001. p.1-3, 10-25.

INMETRO: Conheça o Inmetro, 2008. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/historico.asp>>. Acesso em: 17, mar. 2008, 14:25hr.

IPEM - PR: Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.ipem.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteúdo=4>>. Acesso em: 15, maio de 2008, 20:02hr.

IPEM-PR. IPEM reprova mais produto de limpeza este ano que em 2007. Notícias, maio 2008. Disponível em: <<http://www.ipem.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=100>>. Acesso em: 17 set. 2008, 19:00hr.

JORNADA, J. O Inmetro e o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade: Reunião do Comitê de Qualidade do OMT. Porto Alegre, dez. 2006. Disponível em: < http://institucional.turismo.gov.br/fmt/AIT3-3_1.pdf>. Acesso em: 24, jul. 2008, 14:20hr.

MACINTYRE, A.J. Funcionamento de bombas. In: **Equipamentos Industriais e de Processo**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1997. p. 4, 24-30.

MAZZOCO, B.A. Guia de experimento sobre medida de pressão para alunos de F229. Instrumentação de Ensino, set. 2005. Disponível em: < http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_seml_2006/BrunodAM_Raggio_RF1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2008, 15:30hr.

MEDEIROS, L.I, TRAVELHO, J.S. Modelagem Numérica em Reator HFCVD para Crescimento de Diamante. Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE). São José dos Campos. Jul. 2006. Disponível em: < <http://mtc-m16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m16@80/2006/08.14.17.21/doc/Leonardo%20Iusuti%20de%20Medeiros.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2008, 13:35hr.

MONTENEGRO, M.C.B., LAPA, R.A.S., PRIOR, J.A.V. Densidade de Líquidos. Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade do Porto, out. 2007. Disponível em: < <http://qf.ff.up.pt/fisica/FA-L3.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2008, 17:40hr.

OLIVEIRA, J. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRV), mar. 2007. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. Disponível em: < <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt4180.pdf?PHPSESSID=4c1acc85df9470606e00d622d8ac78a2>>. Acesso em: 12 jun. 2008, 16:30hr.

OLIVEIRA FILHO, K.S. **Temperatura**. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/evol/node4.htm>>. Acesso em 12 set. 2008, 15:28h.

PÉCORA, J.D; SILVA, R.G, **Unidades Métricas Relacionadas a Temperatura**. WebMasters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP, São Paulo, 2005, p.1. Disponível em: < http://www.forp.usp.br/restauradora/pg/textos_tecnicos/metrologia/metrologia_temperatura.pdf> . Acesso em 18 jul. 2008, 18:50hr.

PINTO, M.C. Guerra da limpeza enxuga preços. In: **Revista H&C**. São Paulo, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.abipla.org.br/>>. Acesso em: 18 set.2008, 9:00hr.

SALDANHA, M.E. Produtos de limpeza registram venda maior em volume. In: **Revista H&C**. São Paulo, v. VII, n.37, mar/abr. 2006. Disponível em: <<http://www.abipla.org.br/artigos/hc01022006.jpg>>. Acesso em: 18 set. 2008, 8:30hr.

SILVA, N.F.; NEVES, K.P.R.; POSSAS, A.L.; BASTOS, H.F.B.N. Modelo Pedagógico para densidade relativa x massa específica. Departamento de Educação – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. In: **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física I**, out. 2004. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0359-1.pdf>> . Acesso em: 14 jun. 2008, 17:37hr.

**ANEXO A: Determinação do Conteúdo Efetivo de Produtos Pré-Medidos
Comercializados em Unidade de Volume e Conteúdo Nominal Igual
(INMETRO)**

SUMÁRIO

- 1 **Objetivo**
- 2 **Campo de aplicação**
- 3 **Responsabilidade**
- 4 **Documentos de referência**
- 5 **Documentos complementares**
- 6 **Siglas**
- 7 **Definições**
- 8 **Equipamentos e materiais utilizados**
- 9 **Procedimentos**
- 10 **CrITÉrios de aprovação do lote**
- 11 **Considerações gerais**
- Anexo A - **Tabela 1 - Tabela de Tolerância Individual**
- **Tabela 2 - Tabela de Critério de Aceitação Individual**
- **Tabela 3 - Tabela de Critério de Aceitação Para a Média**

OBJETIVO

Esta Norma fixa os procedimentos para a execução de exame quantitativo em produtos pré-
medidos de conteúdo nominal igual e comercializados em unidade de volume.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se à RBMLQ – I.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão desta Norma é da Dimep.

4 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- o) Portaria Inmetro n.º 74/95 - Tolerância e amostragem para produtos pré-
medidos comercializados em unidades de massa e/ou volume de conteúdo nominal igual, para lotes
a partir de 50 unidades de produtos.
- a) Portaria Inmetro n.º 96/00 - Tolerância e amostragem para produtos pré-
medidos comercializados em unidades de massa e/ou volume de conteúdo nominal igual para lotes
de 5 a 49 unidades de produtos.
- 1) Portaria Inmetro n.º 140/01 - Tolerância individual para produtos pré-
medidos com conteúdo nominal igual, comercializados em massa e/ou em volume cujos valores nominais sejam superiores a 25kg ou 25 litros.

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- f) NIE-DIMEL-039 – Determinação de massa específica utilizando o picnômetro
- i) FOR-DIMEL-025 – Laudo Geral de Exame Quantitativo de Produtos Pré-Medidos
- j) FOR-DIMEL-026 – Laudo Geral de Exame Quantitativo de Produtos Pré-Medidos (continuação)
- k) FOR-DIMEL-027 – Laudo de Exame Quantitativo de Produtos Pré-Medidos

6 SIGLAS

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
Dimel	Diretoria de Metrologia Legal.
Dimep	Divisão de Mercadorias Pré-Medidas.
RBMLQ – I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro.

7 DEFINIÇÕES

7.1 Produto Pré-Medido

Todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor e em condições de comercialização.

7.2 Produto Pré-Medido de Conteúdo Nominal Igual

Todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor, com conteúdo nominal igual e predeterminado na embalagem durante o processo de fabricação.

7.3 Conteúdo Efetivo

Quantidade de produto contida na embalagem.

7.4 Conteúdo Nominal (Q_n)

Quantidade líquida indicada na embalagem e/ou produto.

7.5 Exame Destrutivo

Controle no qual é necessário abrir ou destruir todas as embalagens das unidades da amostra.

7.6 Exame não Destrutivo

Controle no qual não é necessário abrir ou destruir todas as embalagens das unidades da amostra.

7.7 Tolerância Individual (T)

Diferença permitida para menos entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal

7.8 Amostra para Determinação do Peso da Embalagem

Quantidade de embalagens a serem pesadas para se obter o peso médio das embalagens

7.9 Massa específica (μ)

Massa em gramas contida no volume de um centímetro cúbico da substância.

7.10 Órgão executor

Órgão governamental conveniado com o Inmetro para execução da fiscalização.

8 EQUIPAMENTOS E MATERIAS UTILIZADOS

8.1 Os seguintes:

- a) Balança, com menor divisão igual ou inferior a 0,1 g.
- b) Termômetro com divisão de 0,1°C, abrangendo a faixa de 0°C a 50°C.
- c) Equipamento de medição/determinação de massa específica (densímetro, picnômetro ou equivalente).
- d) Proveta graduada.

8.2 Os instrumentos de medição devem estar calibrados e ou verificados, mantendo-se registros dessas calibrações, e atendendo aos prazos de validade estabelecidos pelo Órgão executor.

9 PROCEDIMENTOS

9.1 O produto deve ser examinado nas condições em que é comercializado, salvo caso em que exista metodologia específica.

9.2 O exame deve ser realizado a uma temperatura ambiente, entre 20°C e 25°C.

9.3 Anotar os valores das temperaturas do produto e do ambiente em campo próprio no Laudo de Exame.

9.4 Identificar o produto (ex.: conteúdo nominal, acondicionador/importador, marca).

9.5 Identificar individualmente (numerar, posicionar, ou outro método) as embalagens, certificando-se de que todas estão em perfeitas condições para exame.

Nota: Caso haja embalagens danificadas, não realizar o exame pelo critério da média e fazer constar no campo OBS., do Laudo de Exame, o seguinte texto: “Não realizado o exame da média devido a existência de unidades danificadas”.

9.6 Determinação do conteúdo efetivo

9.6.1 Por método direto (exame destrutivo)

9.6.1.1 Utilizar proveta graduada ou balão volumétrico graduado. Anotar os resultados obtidos em campo próprio constante no Laudo de Exame.

Nota: Recomenda-se para produtos líquidos não homogêneos.

9.6.2 Por método indireto

9.6.2.1 Determinar o peso bruto das unidades examinadas, pesando o produto com embalagem ou invólucro ainda fechado, anotando-se os resultados obtidos em campo próprio constante no Laudo de Exame.

9.6.2.2 Determinar a massa específica média de 06 (seis) unidades, em g/cm^3 , com 3 casas decimais, utilizando densímetro ou picnômetro.

Nota: Ao utilizar o picnômetro, proceder conforme a NIE-DIMEL-039.

9.6.2.3 Determinar o peso da embalagem completamente limpa e sem resíduos.

Nota: Os valores utilizados para determinação do peso da embalagem devem ser expressos em grama com aproximação de 1 (uma) casa decimal.

9.6.2.3.1 Na linha de produção

- d) Pesar individualmente 25 (vinte e cinco) embalagens limpas e sem resíduos.
- e) Multiplicar o valor do conteúdo nominal, já convertido em unidade de massa, por 5 (cinco) e dividir por 100 (cem), obtendo assim o valor de 5% (cinco por cento) do conteúdo nominal.
- f) Se o peso de cada uma das 25 embalagens for inferior ou igual ao valor encontrado, utilize o valor médio de uma amostra de 25 embalagens.
- g) Se o peso de cada uma das 25 embalagens for superior ao valor encontrado, e o seu desvio padrão s for menor ou igual a **0,25 T**, considerar como peso da embalagem o valor médio das 25 embalagens.
- h) Se o peso de cada uma das 25 embalagens for superior ao valor encontrado e o seu desvio padrão s for maior do que **0,25 T**, então será feito ensaio destrutivo individual de todas as embalagens da amostra.

9.6.2.3.2 No depósito ou ponto de venda ou no laboratório da RBMLQ – I

- iv) Pesar individualmente 6 (seis) embalagens limpas e sem resíduos.
- v) Multiplicar o valor do conteúdo nominal, já convertido em unidade de massa, por 5 (cinco) e dividir por 100 (cem), obtendo assim o valor de 5% (cinco por cento) do conteúdo nominal Q_n .
- vi) Se o peso de cada uma dessas embalagens for inferior ou igual a 5% (cinco por cento) de Q_n , utilizar como peso da embalagem o valor médio das 6 (seis) embalagens.
- vii) Se o peso de cada uma dessas embalagens for superior a 5% (cinco por cento) de Q_n , e o seu desvio padrão s for menor ou igual a **0,25 T**, considerar como peso da embalagem o valor médio das 6 (seis) embalagens.
- viii) Se o peso de cada uma dessas embalagens for superior a 5% (cinco por cento) de Q_n e o seu desvio padrão s for maior do que **0,25 T**, então será feito ensaio destrutivo individual de todas as embalagens da amostra.

9.6.2.4 Determinar o peso líquido (**P**) das unidades em exame, subtraindo do peso bruto, o peso da embalagem.

9.6.2.5 Determinar o conteúdo efetivo do líquido em exame, em ml, dividindo o peso líquido (**P**) pela massa específica μ , conforme equação abaixo.

$$V = \frac{P}{\mu}$$

Onde : **V** = volume em ml;

P = peso líquido;

μ = massa específica, deve ser expressa em g/cm³ com 3 casas decimais.

10 CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DO LOTE

10.1 Determinação do critério de aceitação individual

10.1.1 Encontrar na “Tabela de Tolerância Individual” a tolerância **T** correspondente ao produto (Tabela 1 do Anexo A).

10.1.2 Subtrair do conteúdo nominal **Q_n** a tolerância **T** encontrada.

10.1.3 Assinalar no Laudo de Exame, as unidades que possuam conteúdo efetivo abaixo do valor de **Q_n - T**, contando-as.

10.1.4 Comparar esta quantidade com o critério de aceitação determinada na “Tabela de Critério de Aceitação Individual” (Tabela 2 do Anexo A).

d) Se for menor ou igual, considera-se o lote **APROVADO** pelo critério individual;

b) Se for maior, o lote estará **REPROVADO**.

10.2 Determinação do critério de aceitação pela média

10.2.1 Usando os valores encontrados para conteúdo efetivo do produto, calcular a média \bar{x} utilizando a equação abaixo:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i}{n}$$

Onde: \bar{x} = média dos conteúdos efetivos;

x_i = resultado da *i*ésima medição;

n = número de medições realizadas.

10.2.2 Usando os valores encontrados para conteúdo efetivo do produto, calcular o desvio padrão **s** a equação abaixo:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Onde: **s** = desvio padrão da média dos conteúdos efetivos e deve ser expresso em mililitro com duas casas decimais.

10.2.3 Consultar na “Tabela de Critério de Aceitação para a Média” (Tabela 3 do Anexo A) o valor de **k**, que será usado na fórmula $Q_n - ks$, conforme o tamanho da amostra.

10.2.4 Calcular o resultado de $Q_n - ks$, comparando-o com o valor da média \bar{x} já encontrada.

- e) Se o valor da média for maior ou igual a $Q_n - ks$, o lote estará **APROVADO** pelo critério da média.
- f) Se o valor da média for menor que $Q_n - ks$, o lote estará **REPROVADO**.

10.2.5 O lote só será considerado aprovado se atender, simultaneamente, aos requisitos estabelecidos nos subitem 10.1.4 e 10.2.4, excetuando-se quando ocorrer a nota do subitem 9.5.

11 CONSIDERAÇÕES GERAIS

11.1 Todas as etapas do exame devem ser realizadas;

11.2 Ao serem coletadas 5 amostras, como é previsto pela Portaria Inmetro nº 96/00, o grupo formado no subitem 9.6.2.2 e subitem 9.6.2.3.2 passa a ter 5 ao invés de 6 unidades.

11.3 Os valores encontrados em unidade de volume devem estar expressos conforme descrito a seguir:

$Q_n < 1000\text{ml}$	em ml com 1(uma) casa decimal
$Q_n \geq 1000\text{ml}$	em ml sem casa decimal

11.4 Os resultados encontrados deverão ser anotados nos campos próprios do formulário:

- 1 FOR-DIMEL-025, para exames realizados com formulário pré-impreso com número de amostra até 32 unidades.
- 2 FOR-DIMEL-025 e FOR-DIMEL-026, para exames realizados com formulário pré-impreso com número de amostra maior do que 32 unidades.
- 3 FOR-DIMEL-027, para exames realizados utilizando o sistema informatizado.

11.5 Para a determinação quantitativa dos produtos líquidos ou pastosos, deve-se tomar cuidados especiais de manuseio, principalmente tratando-se de produtos muito voláteis ou muito viscosos.

11.6 Após o resultado do exame proceder o encaminhamento administrativo pertinente.

ANEXO A - TABELAS

TABELA 1 - “Tabela de Tolerância Individual (T)”

Conteúdo nominal Q_n (g ou ml)	Percentual de Q_n	g ou ml
5 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1000	-	15
1000 a 10000	1,5	-
10000 a 15000	-	150
> 15000	1	-

TABELA 2 - “Tabela de Critério de Aceitação Individual(c)”

Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Critério de aceitação individual (c)
5 a 13	Todo o lote	0
14 a 49	14	0
50 a 149	20	1
150 a 4000	32	2
4001 a 10000	80	5

TABELA 3 - “Tabela de Critério de Aceitação para a Média”

Tamanho do Lote	Tamanho da Amostra	Critério de Aceitação para a Média $\bar{X} \geq Q_n - ks$
5	5	$\bar{X} \geq Q_n - 2,059.s$
6	6	$\bar{X} \geq Q_n - 1,646.s$
7	7	$\bar{X} \geq Q_n - 1,401.s$
8	8	$\bar{X} \geq Q_n - 1,237.s$
9	9	$\bar{X} \geq Q_n - 1,118.s$
10	10	$\bar{X} \geq Q_n - 1,028.s$
11	11	$\bar{X} \geq Q_n - 0,995.s$
12	12	$\bar{X} \geq Q_n - 0,897.s$
13	13	$\bar{X} \geq Q_n - 0,847.s$
14 a 49	14	$\bar{X} \geq Q_n - 0,805.s$
50 a 149	20	$\bar{X} \geq Q_n - 0,640 s$
150 a 4000	32	$\bar{X} \geq Q_n - 0,485 s$
4001 a 10000	80	$\bar{X} \geq Q_n - 0,295 s$

Onde: k é uma constante encontrada na Tabela de Critério de Aceitação para a Média

ANEXO B: Determinação da Massa Específica utilizando o Picnômetro nos Exames de Mercadorias Pré-Medidas (INMETRO)

SUMÁRIO

- 1 **Objetivo**
- 2 **Campo de aplicação**
- 3 **Responsabilidade**
- 4 **Documentos complementares**
- 5 **Siglas**
- 6 **Definições**
- 7 **Equipamentos e materiais utilizados**
- 8 **Procedimentos**
- 9 **Considerações Gerais**

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa os procedimentos para a determinação de massa específica, utilizando picnômetro, utilizada na determinação do conteúdo efetivo de produtos pré-medidos de conteúdo nominal igual comercializados em unidade de volume.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se à RBMLQ - I.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão desta Norma é da Dimep.

4 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- ix) FOR-DIMEL-025 – Laudo Geral de Exame Quantitativo de Produtos Pré-Medidos.
- x) FOR-DIMEL-026 – Laudo Geral de Exame Quantitativo de Produtos Pré-Medidos (continuação).
- xi) FOR-DIMEL-027 – Laudo de Exame Quantitativo de Produtos Pré-Medidos.

5 SIGLAS

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial;
Dimel	Diretoria de Metrologia Legal
Dimep	Divisão de Mercadorias Pré-Medidas
RBMLQ – I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro

6 DEFINIÇÕES

6.1 Massa específica

Massa em gramas contida no volume de um centímetro cúbico da substância.

6.2 Picnômetro

Instrumento destinado à medição da massa específica de líquidos ou de sólidos.

6.3 Órgão executor

Órgão governamental conveniado com o Inmetro para execução da fiscalização.

7 MATERIAL BÁSICO

7.1 Os seguintes:

- e) Balança com menor divisão igual ou inferior a 0,1 g.
- f) Picnômetro.
- g) Termômetro com valor de divisão de 0,1°C, abrangendo a faixa de 0 °C a 50 °C

7.2 Os instrumentos de medição devem estar calibrados e ou verificados, mantendo-se registros dessas calibrações, e atendendo aos prazos de validade estabelecidos pelo Órgão executor.

8 PROCEDIMENTOS

8.1 Checar se o picnômetro está limpo e livre de resíduos.

8.2 Pesar o picnômetro vazio juntamente com a tampa, denominando o valor de **P₁**.

8.3 Colocar o picnômetro sobre uma superfície limpa , plana e horizontal.

8.4 Encher o picnômetro até a borda com o produto do qual se vai determinar a massa específica.

8.5 Tampar o picnômetro de modo a transbordar o excesso do produto.

8.6 Limpar e secar o exterior do picnômetro.

8.7 Pesar o picnômetro cheio, denominando o valor de **P₂**.

8.8 Subtrair de **P₂** o valor de **P₁**, adotando este resultado como a massa (**m**) do produto contido no picnômetro.

8.9 Adotar como volume (**v**), o declarado no certificado de calibração do picnômetro.

8.10 Determinar a massa específica (**μ**) do produto, em g/cm³, utilizando a fórmula abaixo:

$$\mu = \frac{m}{v}$$

Onde: **μ** = massa específica do produto contido no picnômetro, expressa em g/cm³ com 3 casas decimais;

m = massa do produto contida no picnômetro, resultante da subtração **P₂ – P₁**;

v = volume declarado no certificado de calibração do picnômetro.

9 CONSIDERAÇÕES GERAIS

9.1 No momento do exame a temperatura do produto deve estar entre 20°C e 25°C .

9.2 Os valores encontrados em massa devem estar expressos em g (grama) com 1(uma) casa decimal.

9.3 Os valores encontrados em volume devem estar expressos em ml (mililitro) com aproximação de 1(uma) casa decimal .

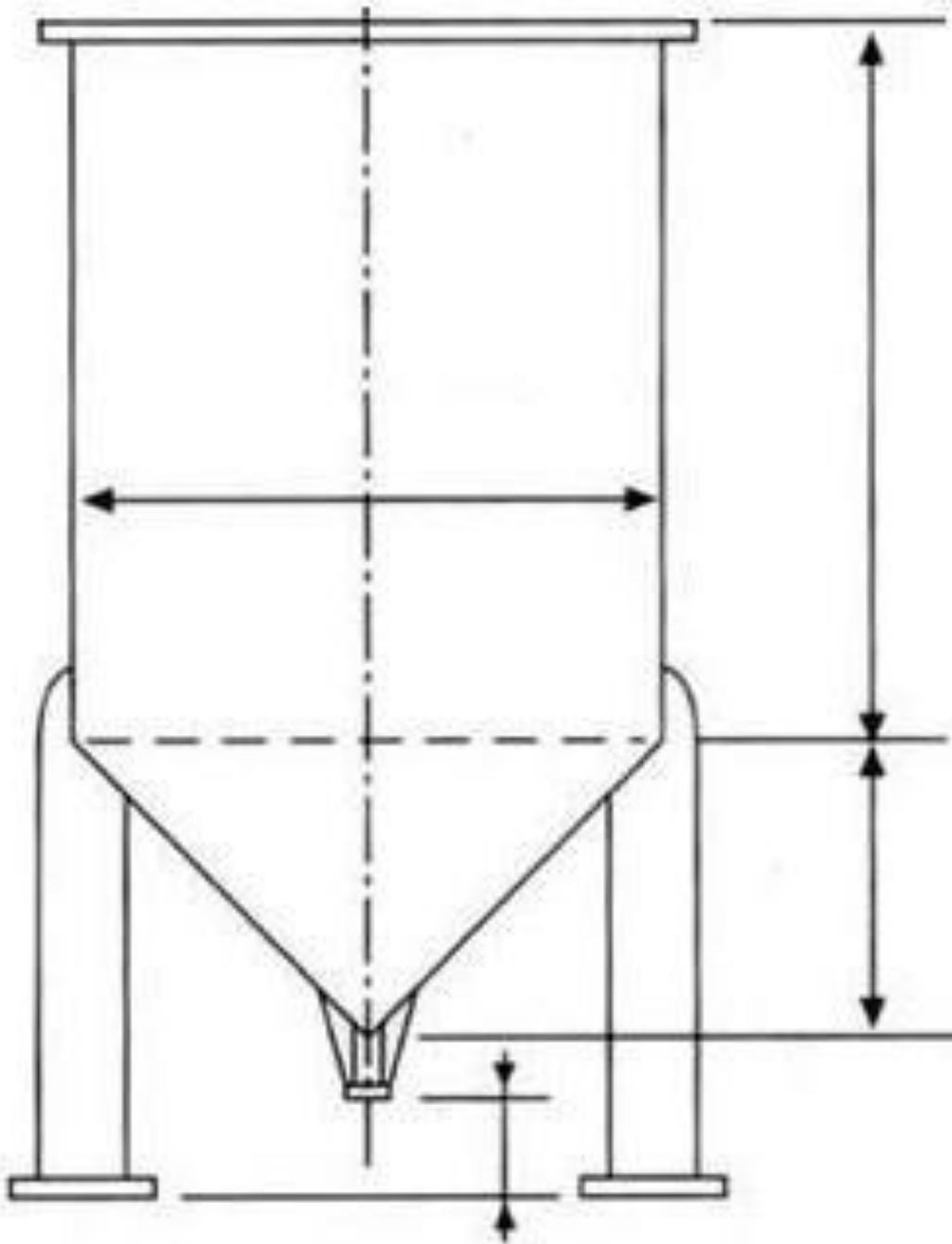
9.4 Os resultados encontrados devem ser anotados nos campos próprios do formulário:

- 2 FOR-DIMEL-025, para exames realizados com formulário pré- impresso com número de amostra até 32 unidades.
 - 3 FOR-DIMEL-025 e FOR-DIMEL-026, para exames realizados com formulário pré- impresso com número de amostra maior do que 32 unidades.
 - 4 FOR-DIMEL-027, para exames realizados utilizando o sistema informatizado.
-

**ANEXO C: Folha de Verificação para o Funcionário Responsável pela
Fabricação**

**ANEXO D: Folha de Verificação para o Funcionário Responsável pelo
Envase**

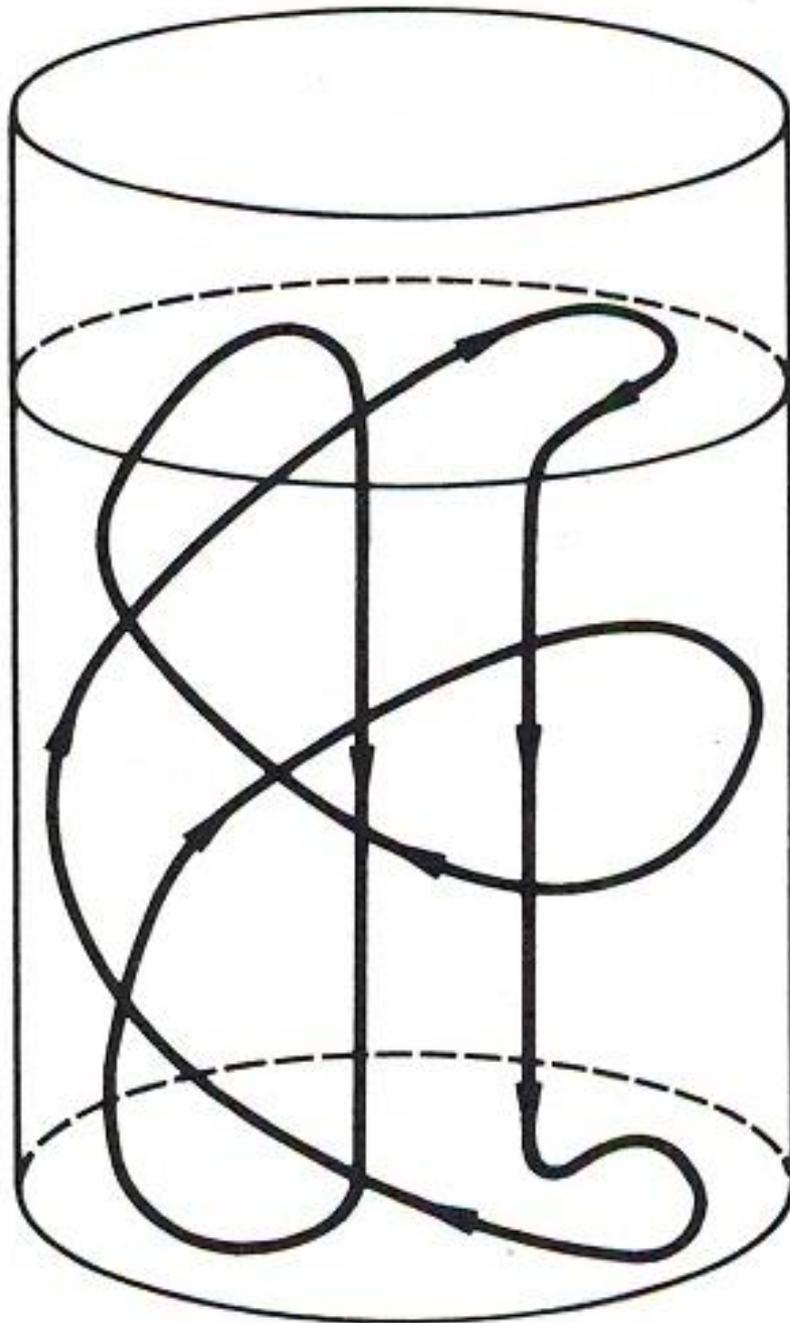
ANEXO E: Figura de um Tanque com Fundo Cônico



ANEXO F: Hélice de Lâmina Helicoidal



ANEXO G: Fluxo de Agitação da Hélice de Lâmina Helicoidal



Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900

Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874