



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS SERGIPE
FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MÍRIAN SANTOS NASCIMENTO

**ANÁLISE DAS PERDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE
REFRIGERANTE: Estudo de Caso na Linha de Latas AMBEV
Sergipe**

Aracaju - SE

2008.1

FANESE

BIBLIOTECA Dr.^a CELUTA MARIA MONTEIRO FREITAS

N.º REG. _____ DATA ____/____/____

ORIGEM _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Nascimento, Mirian Santos

Análise das perdas no processo de refrigerantes: estudo de caso na linha de latas AMBEV Sergipe / Mirian Santos Nascimento. – 2008.

60f.: il

Monografia (Engenharia de Produção) - Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe, 2008.

Orientação: Prof. Esp. Kleber Andrade Souza.

1. Controle 2. Perdas 3. Variabilidade 4. Processo 5. Análise
I. Título

CDU 658.56

MÍRIAN SANTOS NASCIMENTO

**ANÁLISE DAS PERDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE
REFRIGERANTE: Estudo de Caso na Linha de Latas AMBEV**

Monografia apresentada à Coordenação de Engenharia de Produção da FANESE, como requisito exigido para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Prof. Orientador: Esp. Kleber Andrade Souza

Coordenadora: Profa. MSc. Helenice Leite
Garcia

Aracaju -SE

2008.1

MÍRIAN SANTOS NASCIMENTO

**ANÁLISE DAS PERDAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE
REFRIGERANTE: Estudo de Caso na Linha de Latas AMBEV**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito exigido para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2008.1

Prof. Esp. Kleber Andrade Souza

Prof. Dr. João Vicente Santiago do Nascimento

Prof. MSc. Jefferson Arlen Freitas

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2008

Dedico este trabalho aos meus Pais, nos quais sempre obtive carinho e apoio, que fizeram da minha vida estudantil uma vitória, e por consequência, emocionante. E acreditaram no sonho que sonhamos juntos. Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo espetáculo que é a minha vida, com obstáculos que sempre foram transponíveis, e, não por menos desafiadores, que faz das minhas conquistas um acontecimento.

Ao meu pai, José Euvaldo, que sempre me incentivou, que nas minhas grandes lembranças, estão às idas e vindas da menina na escola, a garota no colegial e a mulher na faculdade. Participou ativamente da minha vida acadêmica sempre contribuindo, sempre vejo o brilho nos seus olhos de orgulho que sei que te dei. Amo-te.

A minha Mãe, Maria José, que não há palavras que traduzam o sentimento de gratidão e amor que há tenho. E sei que o sonho de chegar ao final deste longo caminho que compartilho com meus Pais é inenarrável e emocionante. E hoje sou esta pessoa por causa da excelente criação que obtive.

Agradeço a participação especial de Ricardo, que sempre me levantou quando esmoreci, sorrimos juntos quando venci e sempre foi um dos meus pilares mais fortes. Com esta ajuda mútua amadurecemos e nos tornamos pessoas melhores conquistando o sucesso na vida acadêmica.

As palavras se evaporam quando se fala neste anjo, que apenas por amor naquilo que faz, me fez acreditar que estou no caminho certo. E com seu apoio incondicional, estou aqui escrevendo a professora Helenice Garcia este agradecimento. E a todos os professores do corpo docente FANESE, que faz de suas competências a transformação de grandes profissionais.

Ao grande ser humano, Luiz Carlos, que acreditou naquela pessoa sem ritmo, com andar calmo e com aparência fragilizada. E quebrando seu próprio paradigma apostou no inimaginável, ganhou uma grande parceira e uma profissional realizada trabalhando consigo.

A todos da AMBEV, que contribuíram ativamente para minha formação, aos profissionais competentes que trabalham comigo que participaram da minha evolução dentro da empresa, principalmente, José Antonio, Alan, Edmo, Ana Paula Varjão, José Ricardo, Geovana Almeida, Alexandre e Cristian, obrigado por tudo, adoro você.

RESUMO

A empresa para se manter competitiva investe cada vez mais em processos confiáveis, ter a variabilidade inerente é o fator crucial para eliminação dos impactos causados por produtos fora de especificação. O presente trabalho mostra a importância do Controle Estatístico do Processo - CEP, através das cartas de controles como ferramenta auxiliar para redução de perda durante o envase de refrigerantes. Através das cartas de controle, foi possível monitorar as principais variáveis críticas no processo da produção de refrigerantes, que impactam na qualidade intrínseca do produto e perda por descarte de produtos não-conformes. A redução das falhas pontuais ocorreu através do estudo dos dados coletados, identificando o agente causador e posteriormente a eliminação das variáveis pontuais, através deste, verificou-se a eficiência das cartas de controle na redução de perdas causadas por produtos fora de especificação.

Palavras-chave: Controle. Perdas. Variabilidade. Processo. Análise.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Constituintes do Refrigerante	19
---	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo de refrigerante	20
Figura 2- Filtro de xarope simples de placas horizontais (AMBEV, 2004)	23
Figura 3 - Filtro de xarope simples de placas verticais (AMBEV, 2004)	24
Figura 4 - Tanque desaerador (AMBEV, 1997)	29
Figura 5 - Exemplo do diagrama de causa e efeito	32
Figura 6 - Diagrama de Pareto de Estratificação de Perda de Açúcar.....	33
Figura 7 - Diagrama de causa e efeito	34
Figura 8 – Histograma.....	35
Figura 9 - Diagrama de Dispersão (Fonte: Autor da pesquisa).....	36
Figura 10 - Relação entre a distribuição normal e os Gráficos de controle.....	39
Figura 11 - Processo fora de controle (Fonte: Autor da pesquisa).....	44
Figura 12 - Curva de periodicidade de variação (Fonte: Autor da Pesquisa)	44
Figura 13 - Curva de tendência (Fonte: Autor da Pesquisa)	45
Figura 14 - Curva com a falta de variabilidade (Fonte: Autor da pesquisa).....	45
Figura 15 - Curva com excesso de variabilidade (Fonte: Autor da pesquisa)	45
Figura 16 - Sequência de dados anormais (Fonte: Autor da pesquisa)	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação do produto "A" °Brix saída enchedora (Fonte: AMBEV, 2007)	51
Gráfico 2 - Variação do produto "B" °Brix saída enchedora (Fonte: AMBEV, 2007)	51
Gráfico 3 - Variação do produto "A" após a eliminação das falhas pontuais (Fonte: AMBEV, 2007)	52
Gráfico 4 - Variação do produto "B" após a eliminação das falhas pontuais (Fonte: AMBEV, 2007)	53
Gráfico 5 - Variação do produto "C" teor de CO ₂ saída enchedora (Fonte: AMBEV, 2007)	54
Gráfico 6 - Variação do produto "C" teor de CO ₂ saída enchedora após melhoria do processo (Fonte: AMBEV, 2007)	55
Gráfico 7 - Gráfico de Índice de Perda de Açúcar (Fonte: AMBEV, 2008)	56

SUMÁRIO

RESUMO	7
LISTA DE QUADROS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE GRÁFICOS	10
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.2 Caracterização da Empresa	15
1.3 Justificativa	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	17
2.1 Caracterização do Refrigerante	17
2.2 Processo de Fabricação de Refrigerantes	19
2.2.1 Recebimento e Armazenagem de Insumos	20
2.2.2 Processo de Elaboração do Xarope Simples	21
2.2.3 Processo de Elaboração do Xarope Composto.....	26
2.2.4 Preparação da Bebida e Processo de Enlatamento	28
2.4 Qualidade	30
2.5 Processo	31
2.6 Ferramentas da Qualidade	32
2.6.1 Diagrama de Pareto.....	32
2.6.2 Diagrama de Causa e Efeito	33
2.6.3 Histograma	35
2.6.4 Diagrama de Dispersão	35
2.6.5 Gráficos de Controles	36
2.7 Controle Estatístico do Processo (CEP)	36

2.7.1 Definição da Variabilidade de Processo	37
2.7.2 Índice de Capacidade de Processo	39
2.7.3 Gráficos de Controle	41
 3 METODOLOGIA	 47
3.1 Procedimento Experimental	47
 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	 49
4.1 Análise das Variáveis Críticas do Processo	49
4.1.2 °Brix saída da enchedora	49
4.1.3 Teor de CO ₂ saída da enchedora	53
 5 CONCLUSÕES	 57
 REFERÊNCIAS	 59

1 INTRODUÇÃO

O desenho de uma nova sociedade, com a globalização, torna-se uma realidade inevitável, exigindo que as empresas sejam mais competitivas, e que a busca pela qualidade seja incessante, sendo este o principal fator de diferenciação para sobrevivência. Os padrões referentes à qualidade são melhorados e se aproximam dos níveis de excelência.

As empresas brasileiras estão inseridas neste novo contexto global, garantindo que os produtos sejam um diferencial competitivo, para agregar valor de mercado, investem no aumento da produtividade e qualidade através do controle mais eficaz de seus processos.

Desta forma, a relação custo-benefício é uma das características que destaca os produtos no mercado consumidor; e garantir a satisfação do consumidor e rentabilidade do negócio é o desafio das grandes empresas. Neste caso, as empresas investem cada dia mais em processos confiáveis e metodologias para alcançarem objetivos.

Manter os processos de forma a ter a variabilidade inerente é um fator crucial para minimizar os impactos causados por produtos fora de especificação, que geram descarte, retenção, causando retrabalhos e aumento do custo de armazenamento. Estes fatores promovem impactos diretos no custo de fabricação, que são repassados para o consumidor. No âmbito da qualidade podem aparecer os ruídos oriundos de reclamações via Serviço de Atendimento ao Consumidor e

exposição negativa na mídia. Garantir as especificações de qualidade dos produtos é também uma estratégia para assegurar o consumidor fidelizado à marca.

Dentre as estratégias de avaliação de qualidade do processo e do produto final, o Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma ferramenta de ampla utilização dentro da indústria, na identificação de anomalias e variações decorrentes do processo produtivo. O CEP é bastante usado na gestão de qualidade que independe do processo de fabricação, resultando em uma análise bastante confiável.

Segundo Montgomery (2004, apud PEDRINE et al, 2006) o CEP tem como objetivo melhorar a qualidade do produto através da avaliação das variáveis de processo que provocam perdas ou apresenta elevadas variação durante o processo. Inserida nesta proposta de gestão da qualidade, as indústrias alimentícias devem apresentar criteriosamente seus produtos dentro dos padrões, visando à integridade de seus consumidores, e fazem parte do elevado número de empresas nas quais o CEP é utilizado.

Dentre os itens alimentícios, o refrigerante é uma das bebidas mais populares e vendidas no mundo, o mercado cresce a cada ano, e para garantir à rentabilidade do negócio, sempre cumprindo os padrões rigorosos de qualidade, a gestão fabril tem buscado a redução de perda e do custo da não-qualidade no processo de fabricação, aprimorando os processos com melhoria do controle de qualidade.

Neste sentido, o presente trabalho avalia as perdas no processo produtivo de refrigerantes da AMBEV. Neste, serão mostradas as principais variáveis que provocam perdas no processo de envase de refrigerante para que o plano de melhoria seja elaborado, as análises são realizadas durante a produção, avaliando suas variabilidades.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar as variáveis do processo que provocam perdas na fabricação de refrigerantes na AMBEV.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar a eficácia da utilização das cartas de controle como auxiliar para redução do índice de perda durante o processo produtivo.

Elaborar análise das variáveis que provocam perdas.

Eliminar as falhas pontuais no processo de fabricação de refrigerantes.

1.2 Caracterização da Empresa

A AMBEV é a maior indústria privada de bens de consumo do Brasil e a maior cervejaria da América Latina. A Companhia foi criada em 1º de julho de 1999, com a associação das cervejarias Brahma e Antarctica. A fusão foi aprovada pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) em 30 de março de 2000. Líder no mercado brasileiro de cervejas, a AMBEV está presente em 14 países, é referência mundial em gestão, crescimento e rentabilidade. Com a aliança global firmada com a InBev, em 3 de março de 2004, a Companhia passou a ter operações na América do Norte com a incorporação da Labatt canadense, tornando-se a Cervejaria das Américas.

A Filial Sergipe esta localizada na cidade de Estância no estado de Sergipe, tendo em seu quadro efetivo 300 funcionários diretos e 150 indiretos, com capacidade de produção de 400.000 hectolitros de cerveja e 120.000 hectolitros de refrigerante.

1.3 Justificativa

A grande capacidade da empresa de inovar seus processos é evidente, para assegurar a concorrência, mantendo-se competitivo é o diferencial para alcance de grandes níveis de rentabilidade.

Antever os processos, de forma a atuar preventivamente, eliminando as anomalias, obtendo ganhos com a redução da variabilidade inerente, baseado no estudo dos gráficos de controle, torna-se uma ferramenta eficaz para ganhos de qualidade e custo do processo.

Associado a isso, os consumidores tornaram-se mais exigentes, buscando adquirir produtos de menor custo e maior qualidade. Portanto, a análise do processo utilizando a ferramenta de controle estatístico de processo fornece dados confiáveis para auxílio na redução das perdas por descartes de produtos não-conforme, e assim diminuindo o custo da não-qualidade nas produções de refrigerantes. Além disso, o consumo de recursos de forma eficiente gera ganho de produtividade, redução de custos e fortalecer um dos maiores valores da empresa estudada: respeitar e preservar o meio-ambiente.

O controle estatístico de processo, que já faz parte das indústrias de vários segmentos, auxilia na análise dos processos críticos de grande impacto: custo e qualidade. Esta ferramenta será base do estudo de caso na indústria de bebidas AMBEV na área de refrigerantes para otimização do processo produtivo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

As bebidas comumente consumidas antes do refrigerante eram as águas minerais, os sucos e os ponches de frutas. Em 1767, o químico inglês Joseph Priestley conseguiu adicionar gás carbônico à água, produzindo, pela primeira vez, a água carbonatada artificial. Descobriu também ser esta substância a responsável pela efervescência das águas minerais. Em 1807, o farmacêutico americano Townsed Speakman melhorou bastante o gosto da água carbonatada, misturando-a com açúcar e sumos de frutas.

O resultado tornou-se gradualmente conhecido e procurado, como excelente maneira de saciar a sede. Logo os estabelecimentos passaram a comercializar a mistura. Surgia então a partir desse momento os refrigerantes. (www.setor1.com.br)

2.1 Caracterização do Refrigerante

De acordo com Silva (2004), o refrigerante é a bebida gaseificada obtida pela dissolução, em água potável, de suco ou extrato vegetal, açúcares ou edulcorantes.

Segundo o decreto nº 2.314/97 Art. 2º, entende-se por bebida todo produto industrializado, destinado à ingestão humana, em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica; e por suco, a bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, obtida da fruta madura e sã ou parte de vegetais, por processo tecnológico adequado.

Conforme as exigências do Ministério da Agricultura (MARA) a bebida deve conter obrigatoriamente a matéria-prima natural, responsável por sua característica organoléptica; caso contrário deve ser denominado de "artificial", seguida da expressão "sabor de". Se, por outro lado, contiver matéria-prima natural e for adicionada de corante e aromatizantes artificiais, em conjunto ou separadamente, deverá conter no rótulo as expressões "colorida artificialmente" ou "aromatizada artificialmente".

Segundo Silva (2004), os componentes utilizados na fabricação de refrigerantes são: água, espessante, adoçantes, acidulante, antioxidante, conservante e flavorizante.

A água é utilizada como veículo de dissolução dos insumos utilizados na fabricação, correspondendo há 83% do líquido, detendo o maior percentual dentro do produto envasado. O espessante é a substância capaz de aumentar, nos alimentos, a viscosidade de soluções, emulsões e suspensões, utilizado para espessar os produtos demasiadamente líquidos.

Além destes, o adoçante é responsável por fornecer o sabor doce ao refrigerante, podendo ser nutritivo (açúcar e o xarope de alta frutose), e não nutritivo como os edulcorantes (aspartamo, ciclamatos e sacarina).

Além da água, espessante e adoçante utiliza-se o acidulante que intensifica o gosto ácido dos alimentos. O antioxidante retarda o aparecimento de alteração oxidativa, servem para evitar o fenômeno de oxidação, que origina pelo contato do produto alimentar com o oxigênio do ar.

O conservante impede ou retarda a alteração dos alimentos provocada por microorganismos ou enzimas, ou seja, assegura a conservação dos alimentos impedindo a sua degradação e as alterações susceptíveis de lhes modificar o aspecto e a qualidade nutricional. O flavorizante e aromatizante, confere ou intensifica o sabor e o aroma dos alimentos.

O Quadro 1 ilustra os componentes constituintes do refrigerante e de seus compostos (SILVA, 2004).

Quadro 1-Constituintes do Refrigerante

Constituintes do Refrigerante			
Refrigerantes	Água		
	Espessantes		CMC (Carboximetilcelulose)
	Açúcar	Nutritivos	Açúcar Cristal
			Açúcar Refinado
			JMAF (Jarabe de Maíz de Alta Frutose)
		Não-Nutritivo (Educadores)	Sacarina
			Ciclamato de Sódio
			Aspartame
			Acesulfame K
	Acidulantes	Orgânicos	Ácido Cítrico
			Ácido Tartárico
		Inorgânico	Ácido Fosfórico
	Anti-oxidante		Ácido Ascórbico
			Ácido Isoascórbico
	Conservantes		Benzoato de Sódio
			Sorbato de Potássio
	Flavorizantes	Sucos	Suco concentrado de laranja - Padrão AmBev
			Suco concentrado de limão - Padrão AmBev
			Suco concentrado de limão - Padrão Pepsi
		Concentrados	Mist. Odoríferas específicas por sabor

Fonte: SILVA, 2004

2.2 Processo de Fabricação de Refrigerantes

O processo de fabricação de refrigerante consiste essencialmente em: recebimento e armazenagem de insumos; dissolução e tratamento, filtração e resfriamento do xarope simples.

Associados a estas etapas, este processo apresenta as fases de armazenamento de xarope simples; processo de elaboração do xarope composto; processo de fabricação do xarope composto *diet*; preparação da bebida e enlatamento.

Deste modo, para melhor compreensão das etapas do processo produtivo apresenta-se o fluxograma, conforme a Figura 1.

É importante ressaltar que estas etapas têm a finalidade de garantir a qualidade do produto final, pelo qual existem análises que garante a especificação final do produto e o destacado em vermelho é o objeto de estudo do trabalho.

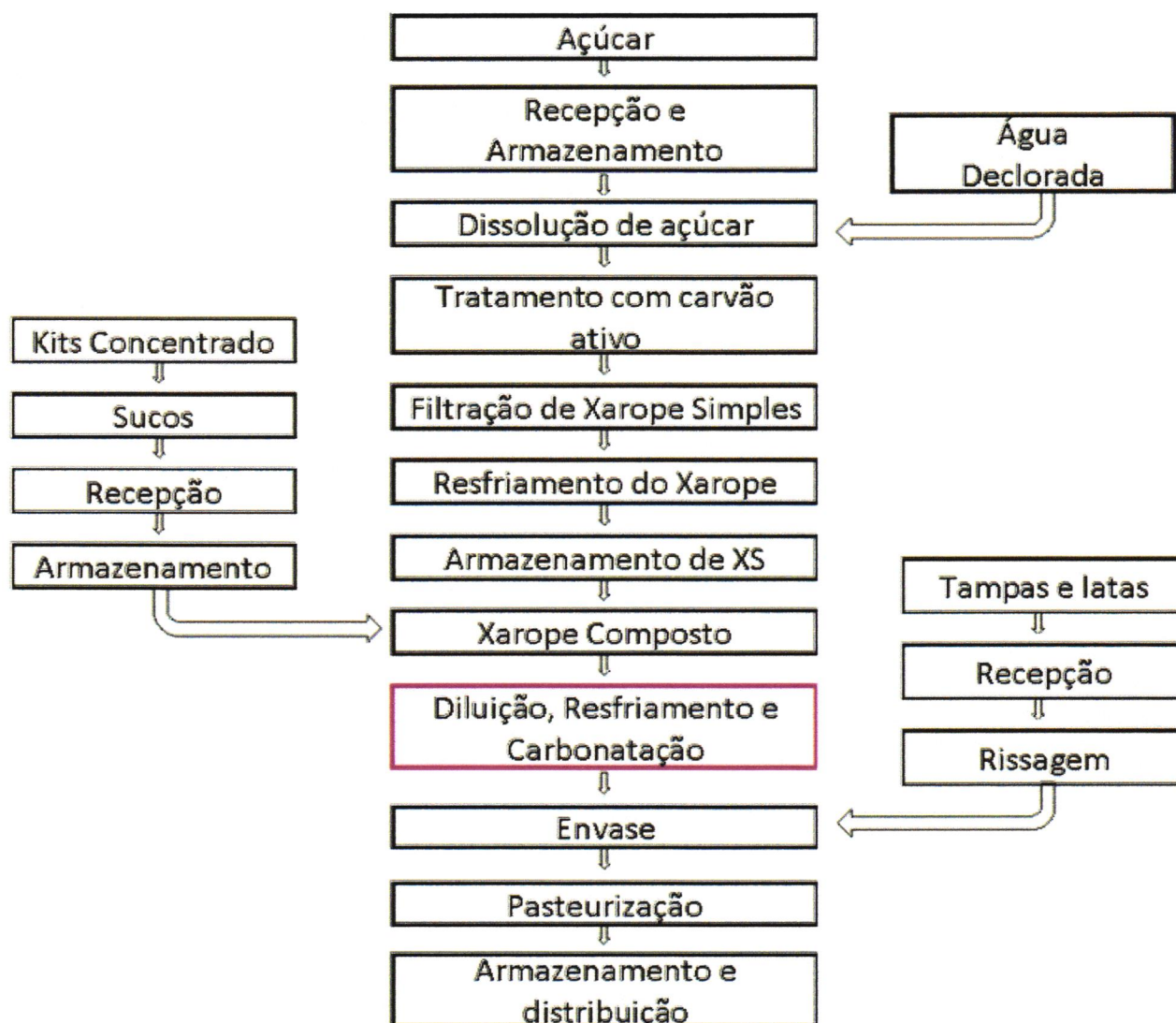


Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo de refrigerante
Fonte: Autor da pesquisa

2.2.1 Recebimento e Armazenagem de Insumos

Para Silva (2004), o controle de recebimento e armazenagem dos insumos deve ser rigoroso, garantindo a qualidade do produto durante todo o processo de fabricação. Todos os insumos devem ser recebidos de fornecedores homologados pela companhia, acompanhados de laudos que constam resultados dos itens especificados e garantidos pelo fornecedor. A armazenagem deve seguir conforme as especificações estabelecidas nos padrões da companhia.

Além disso, Silva (2004) ressalta que o ambiente de armazenagem deve ser seco, respeitando a distância de paredes e tetos, sob temperatura amena, colocados sobre estrados e respeitando alturas especificadas de empilhamento e

armazenar os insumos selecionados por lotes de fabricação, datas de recebimento e número da nota fiscal. Além disso, consumir de acordo com a correta rotatividade de estoques, respeitando o PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai).

Os insumos utilizados na fabricação de refrigerantes são: açúcar refinado ou granulado, que são armazenados em área coberta, seca e respeitando a distância de um metro da parede. São dispostos em *pallet's* recoberto com folha de papelão para proteção e integridade da embalagem em temperatura ambiente.

Além destes, o carvão ativo granulado e terra infusória são dispostos em *pallet's*, armazenados em lugar seco e respeitando a distância em relação à parede de um metro em temperatura ambiente. *Kits* concentrados de refrigerantes e os sucos de limão e laranja são armazenados em câmaras frias, respeitando a distância de quinze centímetros das paredes, segundo as especificações do produto as faixas de temperatura de armazenamento dos são *kits* de 5°C a 25°C e dos sucos de -5°C a -15°C.

2.2.2 Processo de Elaboração do Xarope Simples

O Xarope Simples (XS) é solução concentrada de sacarose com valores descritos em °Brix que corresponde a gramas de soluto por cem gramas de solução, ou seja, título (% p/p). O xarope simples é um dos principais componentes do refrigerante e o veículo dos compostos que formarão o sabor final. Sua preparação e tratamento assumem fundamental importância na qualidade do produto acabado (Silva, 2004).

2.2.2.1 Dissolução do açúcar e tratamento térmico do xarope simples

Segundo Silva (2004), na dissolução do xarope simples utiliza-se um tanque dissolvedor dotado de agitadores que permitam a perfeita homogeneização dos componentes, que deve ser de aço inoxidável por se trata de metal inerte. A água para dissolução do açúcar deverá estar acima de 60°C, a solubilidade do açúcar nesta temperatura é 287,3 g/100 ml ideal para o processo. A dissolução do açúcar deverá ser processada gradativamente e sob constante agitação, visando uma mistura homogênea. Assim o xarope elaborado deverá ser aquecido até a temperatura de tratamento, que pode variar de 80°C a 90°C.

A relação de água e açúcar deve ser determinada, levando-se em conta a concentração comum do xarope simples, volume final de xarope simples a ser preparado e rendimento do processo. O ideal é manter o dissolvedor com a concentração na faixa de 64°Brix, que garantirá o enxágüe eficiente do dissolvedor e dos equipamentos de filtração e resfriamento, diminuindo a perda de açúcar sem riscos de baixar o °Brix final. (SILVA, 2004)

Ainda de acordo com Silva (2004), o carvão ativado é utilizado para o tratamento de xarope simples. O termo denominado ativo refere-se à forma que carvão que foi especificamente tratado para aumentar em várias vezes o número de poros, promovendo um produto de enorme área interna. Este tratamento tem como finalidade reduzir a cor do xarope simples, bem como eliminar sabores e odores não característicos, através do fenômeno de adsorção. (adsorção: é um fenômeno físico que depende, em boa medida, da área superficial e do volume dos poros).

Para resultado eficaz do tratamento deve-se controlar o tempo de contato que é de trinta minutos, manter em agitação constante, temperatura entre 80°C a 90°C, verificar o tipo de açúcar utilizado refinado ou cristal variando a dosagem entre 1,25 kg mais ou menos 0,25 kg, mais 0,5 g/kg de açúcar.

Após o tempo de contato com o carvão ativo adiciona-se terra infusória na mesma proporção do carvão ativo, evitando compactação precoce da camada filtrante. A terra infusória são esqueletos remanescentes de algas unicelulares chamadas diatomáceas, largamente encontradas em depósitos pelo mundo são processadas por moagem (GALHARDO, 1997).

2.2.2.2 Filtração do xarope simples

A filtração do Xarope deverá se processar a quente, objetivando um líquido claro e cristalino. Por definição, filtração é o processo no qual uma mistura de um fluido e partículas de sólidos são separadas por um meio filtrante, que permite o fluxo do líquido, mas retém as partículas sólidas (SILVA, 2004).

Os filtros utilizados na filtração de xarope simples é o de pressão de quadros ou placas, que utilizam terra infusória como auxiliar filtrante e o filtro de manga utilizado como de segurança contra passagem de particulado da filtração.

O filtro de placas de xarope simples apresenta no projeto placas horizontais de aço inoxidável, perfurações de 40-55 μ e folhas embutidas em um tanque de filtração. A operação é feita através da formação da pré-capa sobre um dos seus lados usando terra filtrante. As placas agregam o auxiliar de filtração, o carvão e os desprezíveis. A torta é automaticamente eliminada após o final de filtração.

Segundo Silva (2004), as vantagens da utilização deste tipo de filtro é que a torta não desprende quando na queda de energia; a expulsão é fácil do xarope residual; é grande capacidade de agregar lodo. As principais desvantagens são: os altos custos do equipamento e manutenção (motor, peças de reposição). A Figura 2 mostra a foto do filtro de placas horizontais.



Figura 2- Filtro de xarope simples de placas horizontais (AMBEV, 2004)

O filtro de placas verticais é de aço inoxidável. As perfurações do elemento filtrante são da espessura de 80 μ . A operação é feita através da cobertura de ambos os lados com terra infusória. O xarope residual é recuperado por vibração ou gravidade ao final da produção. Pelo qual as placas agregam a terra filtrante, o carvão e as impurezas. A torta pastosa é automaticamente descarregada.

Para Silva (2004), as vantagens desta tecnologia são: A alta recuperação de xarope residual no tanque sem alterar a concentração; A torta esgotada é facilmente descarregada; A grande capacidade de formação de lodo; A facilidade de sanitizar (não tem partes móveis); Baixo custo operacional. As desvantagens são os altos custos do equipamento, e em caso de queda de energia, a torta tem moderada estabilidade. A Figura 3 mostra a foto do filtro de placas verticais.



Figura 3 - Filtro de xarope simples de placas verticais (AMBEV, 2004)

O ciclo de Filtração no processo de fabricação de xarope simples (XS) é dividido em seis fases: enchimento do filtro, formação de pré- camada, circulação do filtro, filtração e esgotamento.

No processo de enchimento do filtro, é realizado com água tratada, succionando a água do tanque de pré-capa, desaerando o filtro e a linha de xarope simples. Durante todo o processo mantêm-se a válvula superior aberta eliminando da linha o ar existente, evitando a má formação da pré-camada. Na segunda fase, que consiste na formação da pré-camada, é adicionada no tanque de preparo a terra infusória (cerca de 8 kg) com a água tratada em constante agitação. Após o preparo a solução infusória é dosada no filtro de xarope simples.

Além disso, ocorre à circulação do filtro com o tanque de preparo, durante circulação a terra infusória fixa na placas do filtro. Logo após a formação da pré-capa, inicia a fase filtração, abre-se a válvula do fundo do tanque dissolvedor, succionando o xarope simples para o filtro, depois de filtrado o produto é enviado para o resfriador de xarope simples.

A fase esgotamento é quando a pressão de entrada do filtro chegar a 4 bar, indicando o final do processo de filtração, pelo qual o leite filtrante encontra-se saturado. A pressão de trabalho é especificada pelo fabricante como de segurança para garantir a integridade do filtro. Nesta fase, o xarope é expulso com ar comprimido para o tanque de xarope composto e enxaguado com água para o reaproveitamento da água doce, que é enviada para o tanque dissolvedor, acarretando em uma fase crítica pela qual ocorrem as perdas de processo.

Na etapa de limpeza é retirada toda a torta infusória das placas do filtro, com a bomba de xarope simples que succiona água do tanque de pré-capa fazendo o caminho inverso do fluxo, arriando no fundo do filtro, toda a torta infusória formado por terra infusória e carvão ativo, drenando a água remanescente.

A última etapa do processo é a abertura do filtro que consiste na retirada da torta infusória, depositada no fundo do filtro, colocado em recipiente adequado, identificado e destinado ao setor de meio ambiente para descarte controlado.

Ao final das fases do processo de filtração é obtido o xarope clarificado com sabor e odor característicos.

2.2.2.3 Processo de resfriamento

O processo de resfriamento ocorre após a filtração, pelo qual o xarope é resfriado, conforme a especificação do produto, na temperatura que pode variar entre 15°C e 25°C, com o objetivo de preservá-lo contra contaminação. Evitar a inversão da sacarose (que consiste no processo de conversão da sacarose nas moléculas de glicose e frutose) em não permitir a perda de aromas no preparo do xarope composto (SILVA, 2004).

O equipamento utilizado é o trocador de calor de placas, de dois estágios. No primeiro estágio utiliza-se água de recirculação através da torre de arrefecimento ou água tratada, e, no segundo estágio, utiliza-se etanol.

2.2.2.4 Armazenamento de xarope simples

A estocagem deve ser efetuada em tanques de aço inoxidável. Esses tanques devem ser instalados em sala climatizada, de forma a manter a temperatura entre 23 e 25°C. A quantidade estocada deve ser monitorada de forma que o tempo de armazenagem, conforme especificação do produto, não ultrapasse 12 horas. O desejável seria preparar o xarope simples e imediatamente utilizá-lo na produção de xarope composto (SILVA, 2004)

2.2.3 Processo de Elaboração do Xarope Composto

Entende-se por Xarope composto (XC) o xarope simples resfriado, acrescentado dos flavorizantes e demais aditivos necessários na composição do refrigerante (SILVA, 2004).

2.2.3.1 Procedimentos de preparo de xarope composto

Segundo Silva (2004), com base nos padrões referentes às fórmulas básicas para elaboração dos refrigerantes, calcula-se o volume de xarope simples para a quantidade a ser produzida de *kits* a fim de iniciar o processo de adição dos componentes, seguindo ordem de adição.

O xarope composto deve ser preparado em tanques ou tinas de aço inoxidável, equipados com o agitador apropriado, de forma a garantir a perfeita homogeneização. Inicialmente, a quantidade de xarope simples deve ser medido, acertado o seu volume em °Brix, a adição dos ingredientes deve ocorrer de acordo com a sequência estabelecida na formulação, de forma lenta e cuidadosa, com agitador do tanque acionado. Os preparados líquidos podem proporcionar turvações irreversíveis nos refrigerantes, caso não sejam adicionados lentamente ao xarope.

Depois de concluída a composição do xarope composto, deve-se manter o agitador ligado por mais 15 minutos, para uma perfeita homogeneização dos

ingredientes. Ao ser concluída a preparação do xarope composto, uma amostra deverá ser retirada, será constituído um refrigerante (1:5) para análise do °Brix, da acidez, da turvação, da cor e a degustação, a fim de se garantir os padrões necessários ao sabor.

2.2.3.2 Procedimentos de preparo xarope composto de produto *diet*

Segundo a Portaria 29/98 do Ministério da Saúde, estabelece o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. O termo *diet* pode ser usado nos alimentos para dietas com restrição de nutrientes (carboidratos, gorduras, proteínas, sódio, e em geral são próprios para públicos específicos, como diabéticos, celíacos ou hipertensos).

De acordo com as exigências do Ministério da Agricultura (MARA), para autorizar a preparação e envasamento de refrigerantes dietéticos, é obrigatório o atendimento da norma que define a preparação do xarope composto, devendo ocorrer em tanques específicos para refrigerantes dietéticos.

Quanto ao xarope composto para refrigerantes dietéticos, seguem os mesmos cuidados, diferindo apenas por não utilizar o xarope simples como meio de diluição para os demais componentes. Para a guarda dos edulcorantes, é exigido um compartimento exclusivo, onde nada mais pode ser estocado.

A adição dos ingredientes deve ocorrer de acordo com a sequência estabelecida na formulação, de forma lenta e cuidadosa sob agitação. Os ingredientes, sacarina sódica, ciclamato de sódio e citrato de sódio, podem ser adicionados diretamente ao tanque não havendo uma pré-dissolução. As soluções de ácido isoascórbico devem ser preparadas da mesma forma indicada para refrigerantes regulares. A dissolução do aspartame deve também ser preparada a parte, na concentração de 10% p/v. Nos refrigerantes que levam carboximetilcelulose (CMC), sua dissolução deve ser preparada à parte, na concentração de 0,5% p/v.

As soluções de CMC e aspartame devem passar por uma peneira de 100 mesh antes de serem adicionados no tanque. Após a preparação e completa homogeneização do xarope composto, uma amostra deverá ser realizada a diluição

(1:5) para análises de acidez, turvação, cor e degustação. Somente após essas análises o xarope poderá ser liberado. Pelo fato de não conter açúcar, o controle da proporção xarope/água 1:5, é efetuado através da análise de acidez.

2.2.4 Preparação da Bebida e Processo de Enlatamento

O xarope composto no início de produção é enviado para propocionador. A diluição do xarope composto ocorre através da água previamente desaerada, de acordo as especificações de qualidade. O envase de refrigerantes deve ser realizado logo após a carbonatação, de modo a evitar perdas de gás carbônico (CO_2). Os tipos de embalagens utilizadas são as latas de alumínio, garrafas de vidro e PET.

2.2.4.1 Diluição do Xarope Composto

A diluição do xarope composto através da água previamente desaerada, ou seja, é eliminando todo o oxigênio dissolvido. O líquido entra na parte superior do tanque e conseqüentemente é pulverizada nas paredes do tanque através dos esguichos. A alimentação de CO_2 ocorre através da retirada do mesmo do tanque carbonatador. A válvula de admissão de gás carbônico abre toda vez que a válvula de entrada de água abrir, isto é, toda vez que entrar água no tanque ocorrerá à injeção de gás carbônico para a eliminação do oxigênio dissolvido da água.

Devido ao gás carbônico ser mais denso que o oxigênio, este gás fica concentrado na parte inferior do tanque e o oxigênio por sua vez fica concentrado na parte superior do tanque. Este ar é eliminado do tanque através de uma válvula de retenção que abre toda vez em que a pressão do tanque exceder 0,3 bar. A purga é realizada na parte superior do tanque, onde há a maior concentração de ar. A ilustração da Figura 04 mostra os esguichos e as entradas de água do equipamento e bóia de nível para manter o equilíbrio do processo.

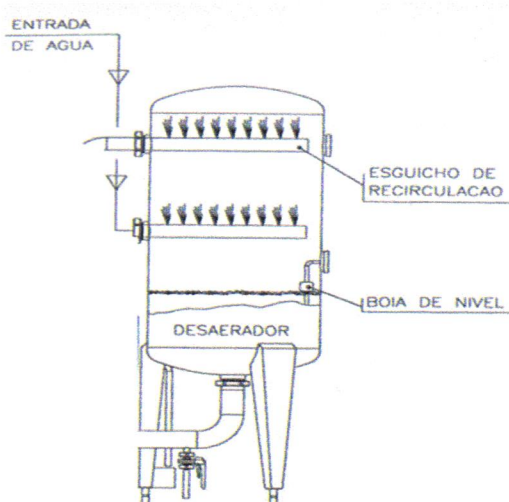


Figura 4 - Tanque desaerador (AMBEV, 1997)

As cubas são completadas da seguinte forma: uma com xarope composto e outras duas com água previamente desaerada. O controle de nível é feito por bóias que garante a mesma pressão de água e xarope sobre a caixa de mistura, compensando o peso específico entre ambos. Na dosagem de água há um controle de vazão que é feito por uma válvula micrométrica. Esta válvula controla o °Brix da bebida, o diâmetro de abertura é determinado em milímetros, no conjunto desta válvula tem o relógio que marca a abertura do orifício, para controle de abertura.

2.2.4.2 Resfriamento e carbonatação do refrigerante

O produto é resfriado a temperatura de 2°C, no resfriador de placas verticais, trocando calor com etanol resfriado a -5°C. Logo após, o líquido é carbonatado. Há dois fatores que são fundamentais durante o processo de carbonatação, a pressão de CO₂ e temperatura do produto a ser carbonatado. Quanto maior for a pressão de CO₂ maior será a quantidade deste gás dissolvido, assim como, quanto menor for a temperatura do produto a ser carbonatado mais solúvel o gás no produto.

As válvulas de CO₂ são comandadas pelo PLC, pela qual garante a pressão interna do tanque em 0,2 bar. Esta e a pressão dos esguichos geram um diferencial de pressão que devem oscilar entre 1,0 a 1,4 bar para garantir a eficiência de carbonatação do líquido.

2.2.4.3 Enlatamento

O processo de envase inicia quando as análises laboratoriais realizado no carbonatador estão dentro da especificação do produto. O produto é enviado para enchedora, onde por controle de pressão de envio de produto e pressão na cúpula de enchimento de lata, abrem-se as válvulas, ao mesmo tempo em que as latas entram na enchedora, iniciando o processo de envasamento.

O controle de enchimento é feito quando se equalizam as pressões da cúpula e pressão das válvulas de enchimento. O processo pára, automaticamente, quando o nível dentro da lata alcança o furo do tubo de ar, pois bloqueia o retorno de gás para o recipiente.

Deste modo a altura de enchimento na lata é controlada pelo comprimento do tubo de ar. Depois que a válvula de enchimento é fechada, o comando de alívio atua o pino, para permitir a descarga da pressão da lata, suavemente, antes da lata sair da máquina para igualar com a pressão da atmosfera. Logo após o processo de enchimento a lata é recravada, que consiste na operação mecânica que promove a união entre o corpo e a tampa da lata.

As latas são inspecionadas, e são descartadas as com subenchimento e sobrenchimento. A seguir, elas são codificadas com a data de validade e horário da codificação e embaladas de forma a constituir seis latas por pacote. Ao final, os pacotes são paletizados, filmados e enviados para o armazém para serem disponibilizada para o mercado.

2.4 Qualidade

Qualidade segundo Campos (1992 apud, WERKEMA, 1995), de um produto ou serviço é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo, às necessidades do cliente.

Segundo Werkema (1995), a satisfação do cliente está ligada a cinco aspectos básicos. A qualidade que se refere às características especifica dos produtos (bens e serviços) finais ou intermediários da empresa, as quais definem a capacidade de promoverem a satisfação do cliente. O custo, no respeito ao custo

operacional para fabricação do bem ou fornecimento do serviço, no qual define o preço estabelecido, que também leva em consideração os fatores, tais como: valor agregado, disponibilidade, imagem do produto.

Além dos aspectos, qualidade, custo, a satisfação do cliente está ligada ao atendimento que se relaciona á entrega do produto final e intermediário da empresa, que deve acontecer nas quantidades, data e no local certo. O moral que mede o nível médio de satisfação das pessoas que trabalham dentro da empresa, que pode ser medido por índices de absenteísmo, de demissões, reclamações trabalhistas, de sugestões, entre outros. E a segurança: que se refere às pessoas que trabalham na empresa e dos usuários do produto.

Este demonstra que a qualidade não está ligada apenas ausência de defeitos, mais ao englobamento de todos os setores dentro do ambiente de produção de bens ou serviços. Entendendo que o cliente que se dispõe a comprar produtos ou serviços a preço acessíveis e com níveis de qualidade compatíveis para sua satisfação.

2.5 Processo

A transformação de um determinado produto ou serviço em produto final, passando por etapas, com especificações pré-definidas é denominada de processo, que pode ser definido como um conjunto de causas que têm como objetivo de produzir um determinado efeito, o qual é denominado produto do processo (WERKEMA, 1995).

O processo pode ser dividido em um conjunto de causas que representa a relação existente entre determinado resultado de um processo (efeito) e os diversos fatores (causas) que pode influenciar neste resultado. Dentro do processo, pode ocorrer subprocessos que compõem o fluxo de produção dos bens ou fornecimento dos serviços.

A Figura 5 mostra a divisibilidade utilizada para controlar os subprocessos separadamente, com objetivo de facilitar as atividades de gerenciamento, localizando possíveis problemas e atuando nas causas de maneira eficiente (ROTONDARO, 2006).

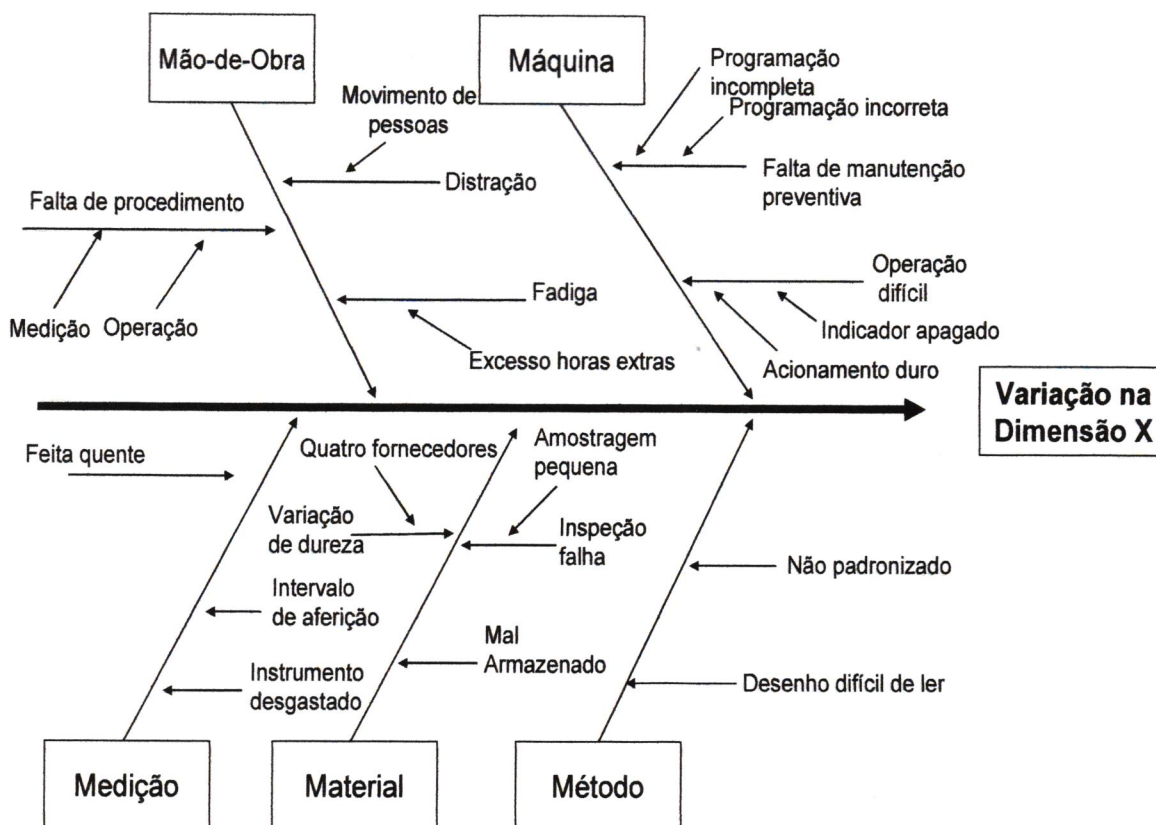


Figura 5 - Exemplo do diagrama de causa e efeito

Fonte: Adaptado de Rotondaro (2006, p. 145).

2.6 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são utilizadas para coletar, processar dados para controle dos processos e atividade de melhoria continua (WERKEMA, 1995). As ferramentas de qualidade são: o diagrama de pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, o diagrama de dispersão e os gráficos de controle.

2.6.1 Diagrama de Pareto

O diagrama de pareto é um gráfico com barras verticais que dispõem a informação de modo a tornar evidente e visual a estratificação e priorização de um fenômeno (WERKEMA, 2002).

A Figura 6 apresenta o diagrama de pareto, representado na horizontal, as diversas classes de problemas ou de causas que deseja comparar. Na vertical, já representado as colunas com altura definida pela frequência de ocorrência de cada classe de problema ou causa. A curva na horizontal representa a porcentagem

acumulada das ocorrências, ou seja, a representatividade em percentual de cada causa (ROTONDARO, 2006).

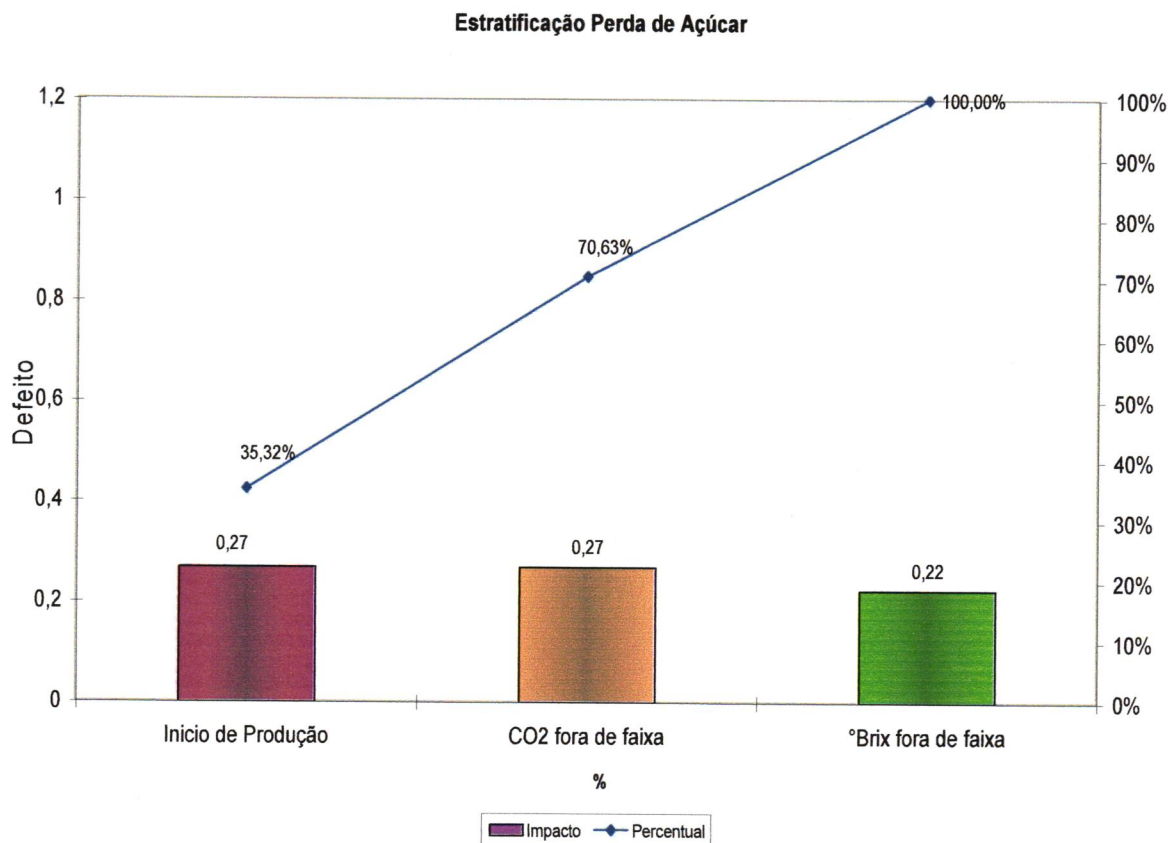


Figura 6 - Diagrama de Pareto de Estratificação de Perda de Açúcar
Fonte: Autor da pesquisa

Na análise do diagrama de pareto, verificam-se os itens de maior impacto, que representa a maior oportunidade de melhoria. A curva de percentual acumulado define quais os tipos de defeito que devem ser atacados, para o atingimento do resultado esperado.

2.6.2 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito é utilizado para representar a relação entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado (WERKEMA, 2006).

Segundo Rotondaro (2006), a ferramenta aumenta a probabilidade de identificar corretamente as causas que impactam no problema, para que possa

atacá-las. O diagrama representa um conjunto de causa, registradas em flechas que são dispostas de forma que, todas converjam ao efeito que esta sendo analisado. Os critérios para formação dos ramos são chamados de “6 M’s” conforme diagrama exemplificado na Figura 7.

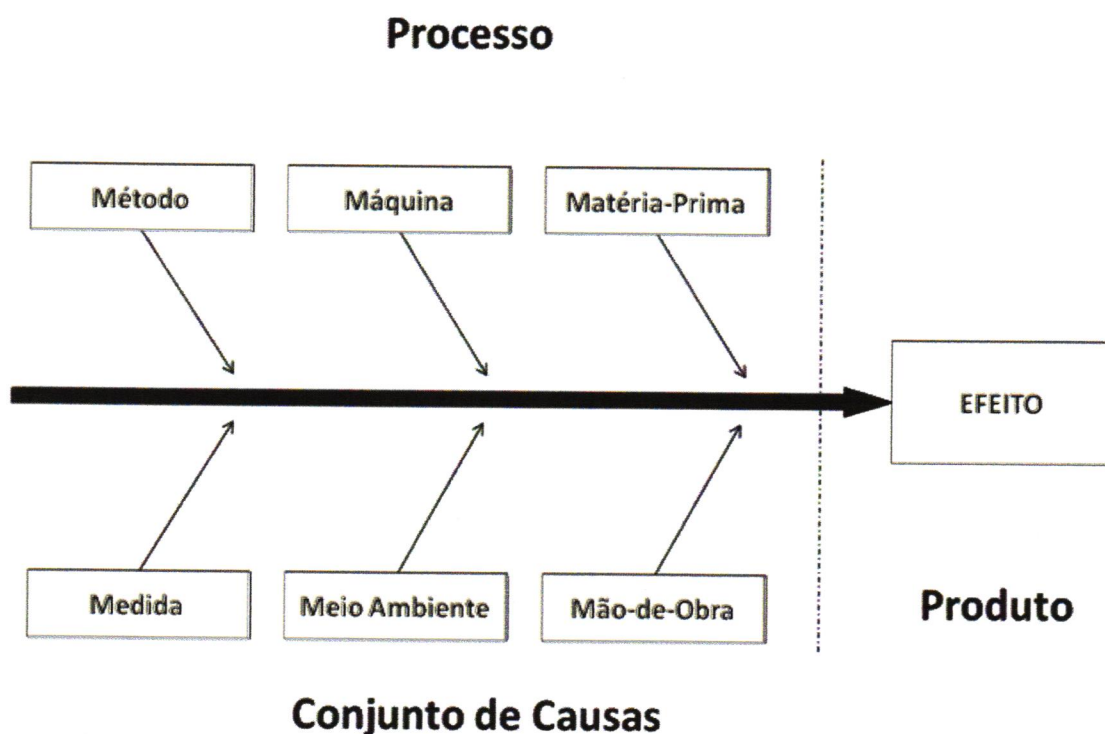


Figura 7 - Diagrama de causa e efeito
 Fonte: Adaptado Rotondaro (2006, pg 142)

Segundo Pande (2001), à medida que se é analisada profundamente as causas de origem, provavelmente estão se examinando todas as causas potenciais das variações a fim de entender as causas que contribui mais para o problema.

Os fatores que causam variações no processo são tipicamente: material, método, medições, meio ambiente, mão-de-obra e máquina. Sendo que os materiais são os artigos de consumo ou matéria-prima que são usados no processo.

Sendo assim o método são procedimentos, processo e instruções do trabalho; máquina são equipamentos, incluindo computadores e ferramentas de consumo; medições são técnicas usadas para avaliar a qualidade ou quantidade do trabalho, incluindo inspeção; meio ambiente é o ambiente no qual o trabalho é feito

que possa afetar qualquer outra variável; mão-de-obra são primatas bípedes nativos da maioria dos continentes na Terra costumam mostrar sinais de inteligência.

2.6.3 Histograma

Os histogramas são utilizados para mostrar o alcance e a profundidade de variação em um grupo de dados, é uma forma de descrição de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência (PANDE, 2001).

Segundo Werkema (1995), o gráfico com barras dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da distribuição de um conjunto de dados, e também a percepção da localização do valor central e dispersão dos dados em torno deste valor. Com esta ferramenta é possível avaliar se um processo está centrado no valor nominal fazendo necessário adotar medidas para reduzir a variabilidade, conforme Figura 8.

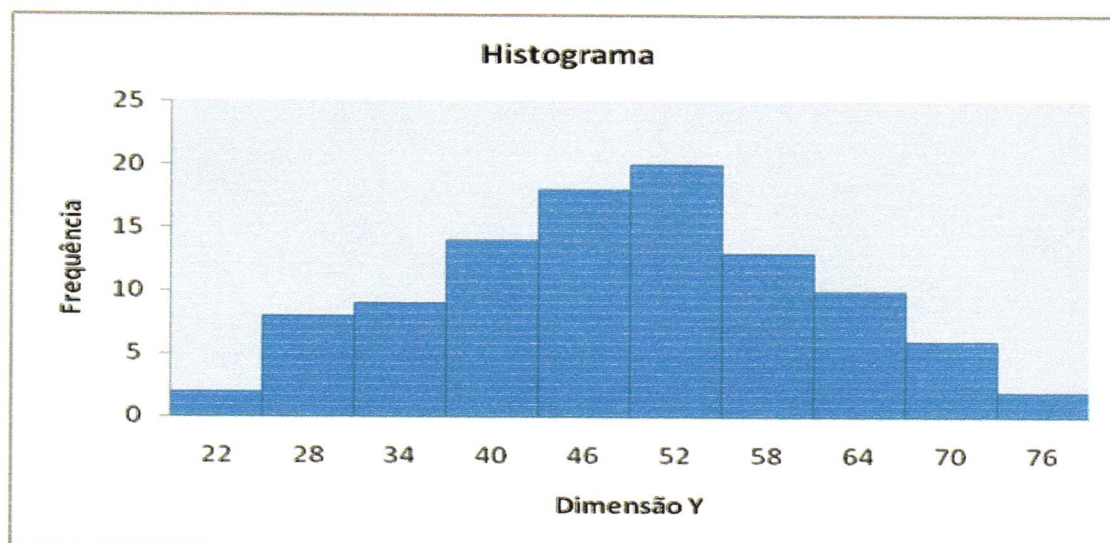


Figura 8 – Histograma
Fonte: Adaptado de Rotondaro (2006, p.146)

2.6.4 Diagrama de Dispersão

Segundo Pande (2001), o diagrama de dispersão mostra a correlação de fatores que variam em termos de contagem, mostrando os relacionamentos causais potenciais entre um e outro fator.

Há vários tipos de correlações que podem ser encontradas tais como: a correlação positiva - é o relacionamento no qual um aumento em um fator acompanhar um aumento no outro; a correlação negativa - consiste em um aumento ou decréscimo em um fator equipara-se ao efeito oposto no outro; e a correlação curvilínea - esta é a versão de diagrama de dispersão, para alguns fatores, uma correlação positiva ou negativa, poderá existir até certo ponto, atingindo o qual efetivamente se transforma no oposto.

A Figura 9 demonstra a visualização da correlação existente entre duas variáveis, que pode ser causas de um processo podendo ser uma causa e efeito ou dois efeitos.

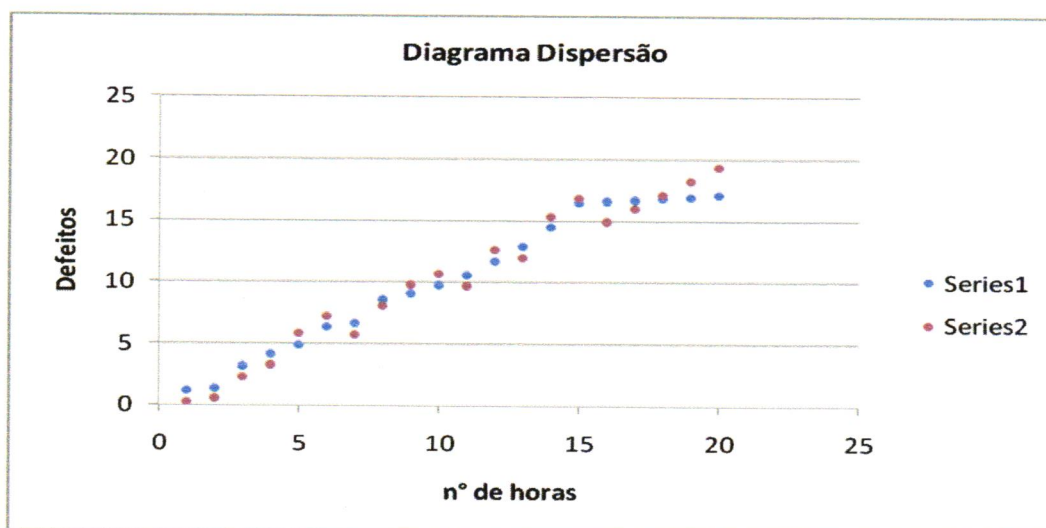


Figura 9 - Diagrama de Dispersão (Fonte: Autor da pesquisa)

2.6.5 Gráficos de Controles

Segundo Werkema (1995), os gráficos de controle permitem a visualização do nível de variabilidade do processo provocada pelas causas comuns de variação. Estas causas podem resultar em problema potencialmente crônico.

2.7 Controle Estatístico do Processo (CEP)

Surgiu em 1920, o matemático norte-americano Walter Shewhart da Bell Laboratories, utilizou o Controle Estatístico de Processo (CEP), como meio para aumentar a produtividade e controlar a qualidade dos produtos. Os conceitos de Shewhard foram difundidos no mundo produtivo, dentre eles podemos destacar: as

Cartas de Controles de Processo, a Capacidade do Processo, entre outros (RODRIGUES, 2006).

Ainda de acordo com Rodrigues (2006), o pesquisador Walter Shewhart concluiu nas suas pesquisas que a qualidade e a variabilidade são conceitos antagônicos no sentido que são inversamente proporcionais. Entre uma das análises realizadas verificou a irregularidade nos tamanhos de uma determinada peça na linha de produção, a partir deste entendeu que, medir, analisar e monitorar a variabilidade é o campo de estudo estatístico e que, com as aplicações de estatística na fábrica, os processos e produtos poderiam chegar a melhores níveis de qualidade significando mais exatidão em alcançar metas alvos.

Segundo Vieira (1999, apud et al OLIVEIRA, 2004), o gráfico de controle típico exibe três linhas paralelas: a central, que representa o valor médio do característico de qualidade; a superior, que representa o limite superior de controle (LSC); e a inferior, que representa o limite inferior de controle (LIC).

A palavra controle significa manter algo sob vigilância para assegurar um comportamento desejado. O CEP prega o controle conduzido simultaneamente com a produção ou execução do serviço, ao invés da inspeção posterior, em que o produto ou serviço encontram-se terminados. O processo que se desempenha em termos de qualidade e produtividade depende de dois fatores: a forma pela qual foi projetado e, também, como é operado (ROTONDARO, 2006).

2.7.1 Definição da Variabilidade de Processo

A variabilidade está presente em todos os processos de produção de bens e serviços. Esta variação determina o quanto o processo é capaz. No processo de um produto, a diversas variações comuns e não comuns que afetam as características da qualidade e os que não atendem as especificações serão considerados defeituosos e que atendem serão considerados perfeitos ou não defeituosos. A variação dentro do limite de especificação não significa dizer que os produtos são idênticos, e sim, conformes (WERKEMA, 1995).

Segundo Rodrigues (2006), a variabilidade oscila em torno do ponto médio ou ponto ideal dos dados de um evento, quanto maior a concentração de

dados em torno da média, menos será a variabilidade, representado através do desvio padrão ou coeficiente de variação.

Ainda de acordo como Rodrigues (2006), no processo a variabilidade são atribuídas às causas comuns, que são aspectos naturais ou inerentes ao processo e são associadas à planta ou serviço. Para eliminação ou minimização destas causas é preciso rever o projeto do processo.

Quando as causas comuns estão atuando em um processo, a quantidade de variabilidade se mantém em faixa estável, demonstrando que o processo esta sobre controle (WERKEMA, 1995).

Além das causas comuns, existem as causas especiais que são imprevisíveis e esporádicas, causas pontualmente ou momentaneamente, pois sofrem grandes variações e são difíceis de serem previstas já que estão associados a parâmetros não controláveis do processo (RODRIGUES 2006).

Quando o processo está operando sobre causas especiais de variação, pode-se dizer que está atuando fora do controle estatístico. Neste caso a variabilidade é maior do que do que a variabilidade normal. Os fatores que podem influenciar este tipo de variabilidade são: admissão de novos operadores, ocorrência de defeitos nos equipamentos, utilização de um novo tipo de matéria-prima, descumprimento de padrões operacionais, desgastes de ferramentas e a calibração inadequada do instrumento de medição (WERKEMA, 1995).

De acordo com Lourenço Filho (1964), a verificação de que o processo está ou não sob controle é feito pelo exame dos itens das amostras extraídas periodicamente. Caso o processo esteja sob controle, as amostras apresentarão as variabilidades correspondentes a das amostras extraídas de uma população. O processo sob controle é caracterizado por uma curva normal (1964, apud ROCHA, 2006).

A Figura 10 apresenta a freqüência de distribuição dos dados e o indicativo de controle do processo, que tem forma da curva normal, na qual é determinada por dois parâmetros, média e desvio padrão (σ). A curva normal é constituída da seguinte forma: quando 99,7% dos valores de uma distribuição

normal estão contidos entre menos três e mais três desvios-padrões a partir do centro; quanto 95,4% dos valores de uma distribuição normal estão contidos entre menos dois e mais dois desvios-padrões a partir do centro; e quando 68,3% dos valores de uma distribuição normal estão contidos entre menos um e mais um desvio padrão a partir do centro.

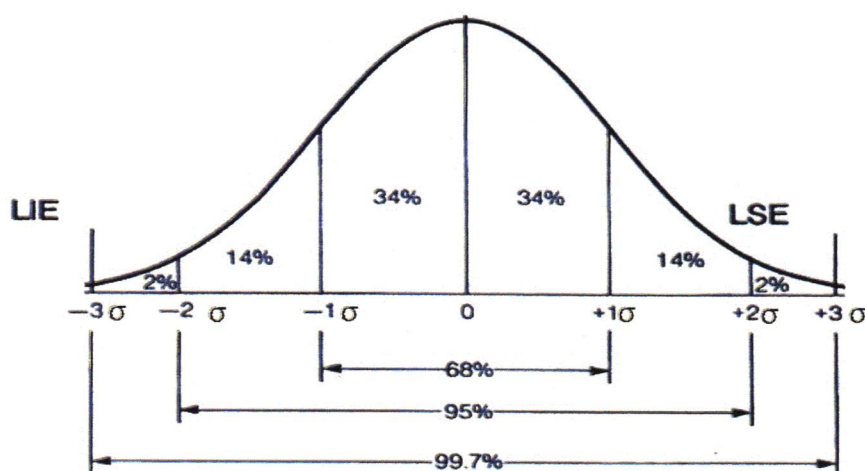


Figura 10 - Relação entre a distribuição normal e os Gráficos de controle
Fonte: Adaptado de Baptista (1996, p. 27)

2.7.2 Índice de Capacidade de Processo

O controle estatístico visa conhecer a estabilidade do processo, estudando e monitorando seus parâmetros ao longo do tempo. Para o estudo de capacidade do processo, são feitos em outros moldes devido ao conhecimento do comportamento, pode-se dizer o que é capaz de produzir itens ou prestar o serviço segundo as especificações determinado pelo cliente, mercado ou órgão regulador (ROTONDARO, 2006).

A capacidade do processo é uma tolerância fixada do produto e a variabilidade do processo, após a sua otimização e estabilização. Esta determinação de capacidade tem como objetivo fornecer as informações para verificar e medir se um processo considerado capaz ou estável, ou seja, esteja apto para o resultado

esperado. O processo é considerado capaz quando apresentam a variabilidade dentro das causas comuns (RODRIGUES, 2006).

Os índices que determinam a capacidade do processo dentro do limite de especificação são: capacidade de processo (Cp) e o índice de capacidade (Cpk), Estes índices determinam os níveis de variação dentro dos limites de especificação. Segundo Rodrigues (2006) os índices Cp e Cpk são denominados da seguinte forma:

Índice Cp: Capacidade do processo é definida a partir das especificações de variabilidade. Considera-se a amplitude inerente ao processo, correspondente a seis desvios padrões, sendo calculada através da seguinte Equação (1) (RODRIGUES, 2006):

$$Cp = \frac{\text{Amplitude.de.especificação}}{\text{Amplitude.do.processo}} = Cp = \frac{LSE - LIE}{6\alpha} \quad (1)$$

Sendo:

LSE = Limite Superior de Especificação

LIE = Limite Inferior de Especificação

α = Desvio Padrão

Se os valores determinados através da equação de capacidade do processo, ficar abaixo de um, ou seja, $Cp < 1$, a capacidade do processo é dita inadequada. A curva normal não poderá ser encaixada no limite de especificação. Se variar entre $1 \leq Cp \leq 1,33$ a capacidade é dita parcialmente capaz, sendo que, parte dos dados estará fora das especificações. E se for $> 1,33$ a capacidade do processo é dita adequada.

Índice Cpk: É uma forma de medição levando em consideração a descentralização da média em relação à meta. Define-se também a partir da suas especificações e variabilidade, apesar de que a análise é feita de forma independente para cada limite de especificação. Considerando a amplitude

inerente ao processo, correspondendo a seis desvios padrões sendo calculada através da Equação (2):

$$Cpk = \min\left(\frac{\mu - LIE}{3\alpha}; \frac{LSE - \mu}{3\alpha}\right) \quad (2)$$

De acordo com a equação, se o Cpk for $\geq 1,33$ o processo esta sob controle, pois quanto maior o Cpk melhor é o enquadramento da curva nos limites de especificações. Se ficar dentro do intervalo $1 < Cpk < 1,33$, o processo está parcialmente sob controle. No intervalo de $0 < Cpk \leq 1$ processo está fora de controle, significando que parte da curva de até 50% está fora de especificação. Se for < 0 o processo é considerado fora especificação com mais de 50% dos dados fora de faixa de controle.

2.7.3 Gráficos de Controle

Os gráficos de controle são utilizados para processar e dispor as informações necessárias para que possamos avaliar a estabilidade dos processos, ou seja, apresentado um comportamento previsível. Esta ferramenta dispõe as informações de modo a permitir a visualização imediata da ocorrência de algumas anomalias, nas quais podem ser imediatamente relatadas (WERKEMA,1995).

Os gráficos de controle consistem em uma linha central, um par de limites de controle e os valores referentes a uma única característica da qualidade, marcados no gráfico representando o estado do processo (BAPTISTA,1996).

Segundo Rotondaro (2006), existem duas grandes categorias de gráficos de controle: gráficos por variáveis: consiste nas características cujo valor é o resultado de algum tipo de medição (peso, tempo, valor, comprimento, resistência etc.); gráficos por atributos: são as características cujo resultado é decorrente de uma classificação ou contagem (número de defeituosos, número de defeitos, número de erros etc.).

2.7.3.1 Construção do gráfico de controle

Segundo Vieira (1999, apud et al OLIVEIRA, 2004), para planejar um gráfico de controle, é preciso estabelecer o tamanho da amostra e a frequência da amostragem. Os gráficos de controle em estudo são os gráficos da média (X-barra), também chamados de gráficos de controle por variáveis, utilizados para controlar a dispersão do processo. Sua finalidade consiste na melhora da qualidade utilizada no desenvolvimento dos produtos e na capacidade do processo, bem como no auxílio para a tomada de decisão com relação à especificação do produto e ao processo de produção.

Segundo Rotondaro (2006), de modo a permitir sua correta análise à construção dos gráficos deve seguir as seguintes etapas:

1º) Coleta de dados deve acontecer durante certo período de tempo, até que todos os tipos de variações ocorram;

2º) Calcular as estatísticas que resumem as informações contidas nos dados utilizando as Equações:

a) A média de cada amostra é calculada de acordo com a Equação (3):

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n} \quad (3)$$

b) A média global é obtida através da Equação (4):

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{n} \quad (4)$$

c) Cálculo da amplitude é dada pela Equação (5):

$$A = V_{\max} - V_{\min} \quad (5)$$

d) A amplitude média R, conforme a Equação (6):

$$\bar{R} = \frac{\sum \bar{R}}{n} \quad (6)$$

e) O desvio padrão é obtido através da Equação (7):

$$\alpha = \sqrt{\left[\sum (X - \bar{X})^2 \right] / (n-1)} \quad (7)$$

f) A proporção é obtida pela Equação (8):

$$P = \frac{\text{Número_de_Ocorrências_de_um_Evento_A}}{\text{Número_Total_de_Eventos}} = P = \frac{n(A)}{n(T)} \quad (8)$$

3º) Calcular os limites de controle com base nas estatísticas;

a) Cálculo dos limites de controle, para o gráfico (x-barra), conforme a Equação (9):

$$\begin{aligned} LSC &= \bar{x} + A_2 \times \bar{R} \\ LM &= \bar{x} \\ LIC &= \bar{x} - A_2 \times \bar{R} \end{aligned} \quad (9)$$

Onde:

LSC = Limite Superior de Controle;

LIC = Limite Inferior de Controle;

LM = Limite Médio;

$\bar{x}$ = Média Global;

A_2 = Constante da tabelada em função do tamanho n das amostras;

$\bar{R}$ = Amplitude Média;

Vmax = Dados maior valor;

Vmin= Dados menor valor;

n= Número total de amostras.

Há diversas variáveis de dados atribuídas aos gráficos de controle, definindo se o processo está ou não sob controle. A Figura 11 mostra o processo fora de controle.

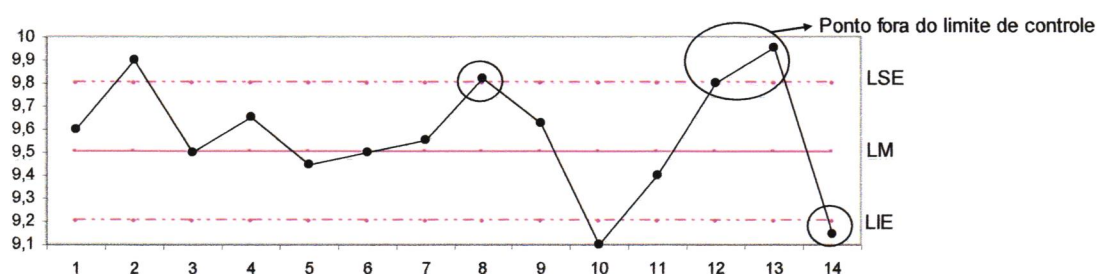


Figura 11 - Processo fora de controle (Fonte: Autor da pesquisa)

A Figura 12 mostra o gráfico com periodicidade de dados, quando a linha apresenta subidas e descidas em intervalos regulares de tempo.

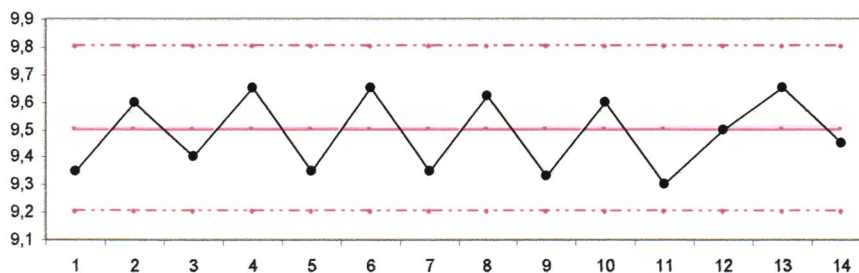


Figura 12 - Curva de periodicidade de variação (Fonte: Autor da Pesquisa)

A Figura 13 mostra o gráfico de tendência, cuja característica são os pontos que se direcionam nitidamente para o LSE ou para LIE.

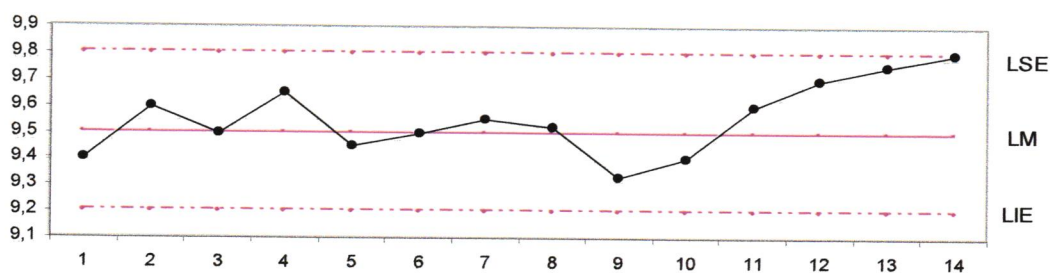


Figura 13 - Curva de tendência (Fonte: Autor da Pesquisa)

A Figura 14 mostra o gráfico com a falta de variabilidade, cuja caracterização são os pontos direcionados ao LM, podendo também ser dados oriundos de erro de coleta.

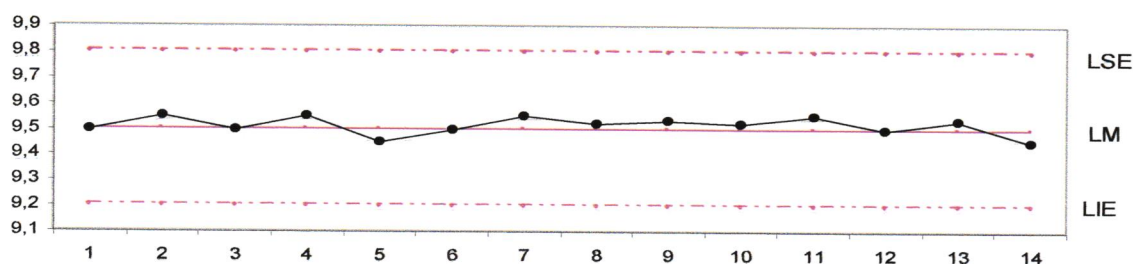


Figura 14 - Curva com a falta de variabilidade (Fonte: Autor da pesquisa)

A Figura 15 mostra o gráfico com variabilidade excessiva, podendo ser atribuídas a máquinas ou interferências a outros níveis de fatores. Neste gráfico devem-se estratificar as causas da variação.

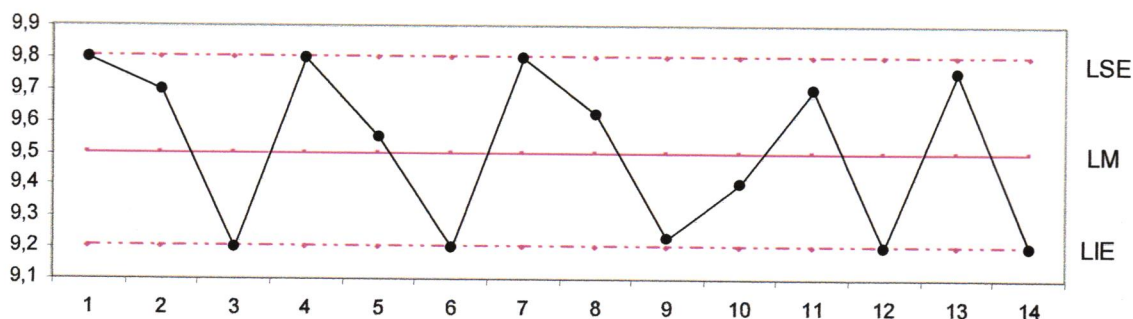


Figura 15 - Curva com excesso de variabilidade (Fonte: Autor da pesquisa)

A Figura 16 mostra o gráfico com sequência de dados anormais. Este gráfico é caracterizado por apresentar os pontos consecutivos em um dos lados centrais da linha.

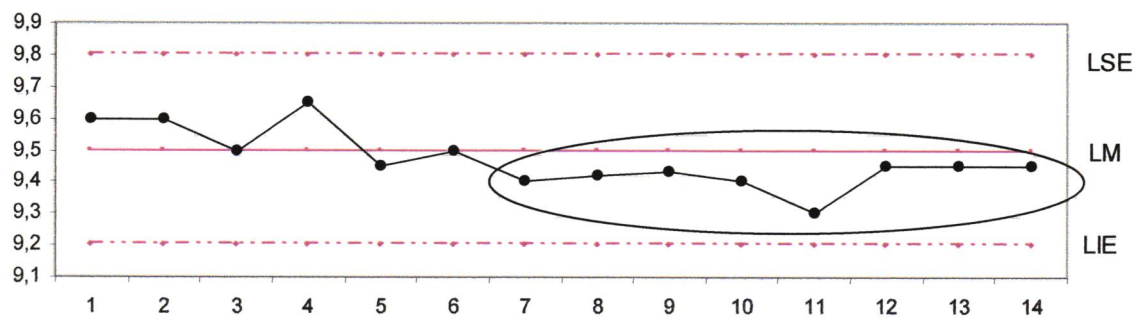


Figura 16 - Sequência de dados anormais (Fonte: Autor da pesquisa)

3 METODOLOGIA

Os dados apresentados de acordo com metodologia correspondem às análises críticas do processo, que ocorreram durante o envase de refrigerante. As amostras foram coletadas na saída da enchedora, em °Brix, e amostras de CO₂ saída enchedora, %p/v.

3.1 Procedimento Experimental

Para realização de cada análise são coletadas três latas no intervalo de trinta minutos. Inicialmente, estes produtos foram analisados no aparelho denominado de CarboQC, analisador de bebidas carbonatadas, utilizando o método de volume de expansão múltiplo.

As características do equipamento de análise de CO₂ são:

- Volume necessário para de amostra aproximadamente 100 mL;
- Tempo de medição por amostra é de aproximadamente 90 segundos; não sofre influência do ar dissolvido ou nitrogênio;
- Sensor é pressão absoluta de alta exatidão; não sofre influências do clima ou altitude;
- Medição até zero volume de CO₂.

Simultaneamente à análise de CO₂ faz análise de °Brix que foram realizadas no densímetro, que mede a densidade ou peso específico. Os valores em °Brix são, então, derivados das tabelas padrão de sacarose, tal como a Tabela 113

do National Bureau of Standards (NBS); e as equações de conversão desenvolvidas dessas tabelas.

O princípio de medição baseia-se na frequência de oscilação natural da célula de medida quando uma amostra é introduzida. A densidade da amostra é inversamente proporcional ao quadrado da frequência da vibração.

Ao final do procedimento, estes dados foram digitados em planilhas eletrônicas no M.E.S, (Manufacturing Execution Systems) que é o sistema responsável pelo gerenciamento do processo de produção. Com base nestes dados são geradas automaticamente as cartas de controle, que foram utilizados no monitoramento do processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão mostrados os resultados das análises que causam perda por descarte no processo produtivo.

O gerenciamento de produtos não-conforme AMBEV apresenta três níveis de controle no que diz respeito à especificação, a **Faixa Verde** esta dentro da especificação; a **Faixa Amarela** significa que a especificação do produto está dentro da concessão da unidade e **Faixa Vermelha** apenas serão liberadas com a concessão do Centro de Engenharia Corporativo. Baseado nestas definições inicia-se a análise do processo.

4.1 Análise das Variáveis Críticas do Processo

4.1.2 °Brix saída da enchedora

No propocionador ocorre o processo de diluição do xarope composto na proporção 1:5, ou seja, cada litro de xarope é diluído em cinco litros de água.

O fator de diluição final foi dado em °Brix especificado de acordo com o produto. Os valores fora da especificação do catálogo do processo provocaram os seguintes problemas de processo:

- Descarte do produto no carbonatador, ou seja, antes do envase;

- Retenção do produto para solicitação de liberação sob concessão do corporativo assim sendo produto dentro da faixa vermelha;
- Despejo de produto envasado e embalado, que se denomina com custo da não-qualidade (CNQ), produto dentro da faixa vermelha.

Os Gráficos 01 e 02 mostram dados das produções antes da eliminação das falhas pontuais de processo. Os dados foram coletados nas produções de dois tipos de produto que denominado de A e B, sendo que os dados foram coletados no período de 14 a 15 de março de 2007 para o produto "A" e no dia 12 de abril de 2007 para o produto "B".

A variação fora de faixa de controle do Gráfico 01, para 59 amostras coletadas, foi de 15,25% sendo que 11,86% estavam fora das faixas de liberação com despejo imediato.

Associado a isso, observa-se no Gráfico 01 o limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC) e limite médio (LM), sendo que durante esta produção ficaram 09 amostras fora dos limites tolerado do processo e inserido também no gráfico as faixas que foram descartados os produtos não-conformes que somaram 06 amostras.

Quando a análise encontra-se na fora de faixa automaticamente a enchedora para, e de acordo com o resultado o produto contido no carbonatador é descartado, cada descarte corresponde em média a 800 litros de xarope composto na proporção 1:5, causando impacto direto no índice de perda de açúcar.

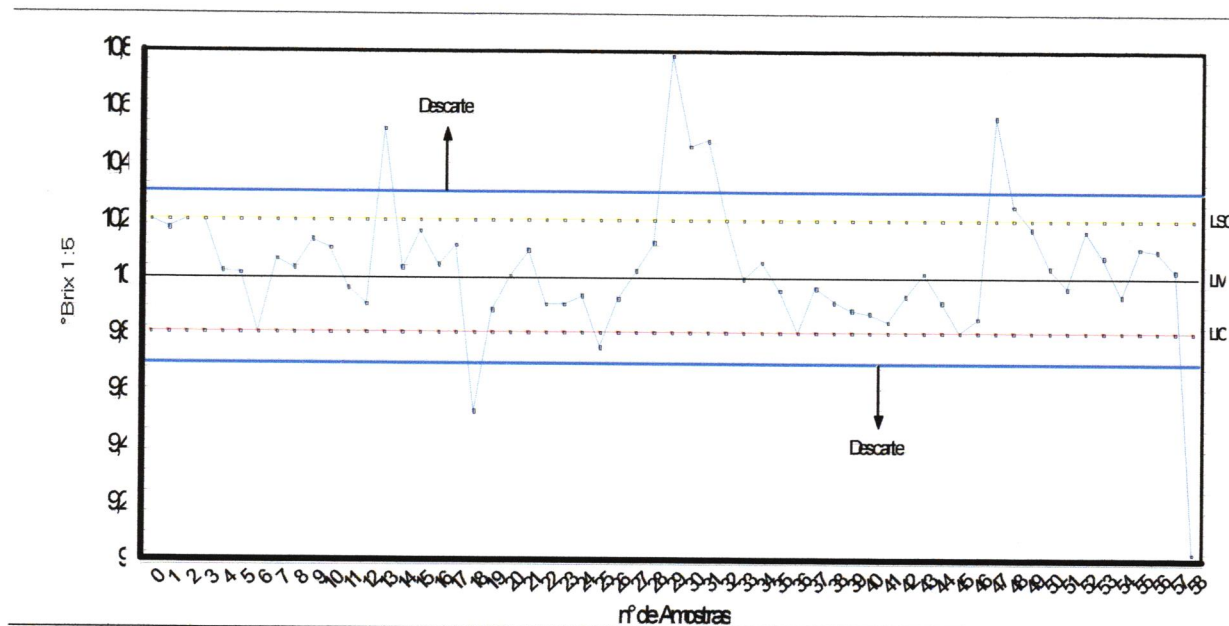


Gráfico 1 - Variação do produto "A" °Brix saída enchedora (Fonte: AMBEV, 2007)

A variação fora de faixa de controle do Gráfico 02, para 09 amostras coletadas, foi de 33,33% sendo que 33,33% estavam fora da especificação com despejo imediato. Neste produto os descartes são de grande impacto, por se tratar do baixo volume produzido e os descartes aumentam os custos de elaboração.

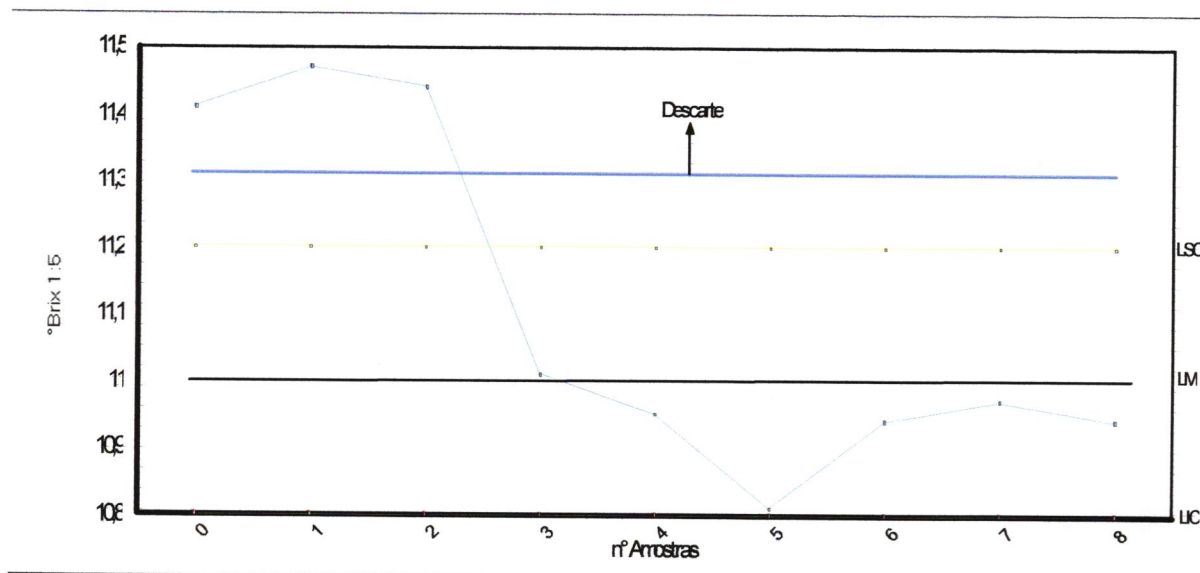


Gráfico 2 - Variação do produto "B" °Brix saída enchedora (Fonte: AMBEV, 2007)

De acordo com os Gráficos 01 e 02 foram identificadas e levantadas as principais causas de falhas pontuais do processo produtivo que foram:

- Selo da bomba de mistura danificado; ocasionava desbalanciamento da pressão da mistura, causando variações durante o retorno da linha de envase, depois de paradas longas.
- O relógio do parafuso micrométrico de ajuste de vazão de água fora de funcionamento, sem este parâmetro o ajuste era feito por número de voltas, por se tratar de abertura com alto grau de precisão, ocasionou grandes variações devido à falta de parametrização.
- Falta de procedimento para início de produção, devido à falta de parâmetros por falta dos dados, este procedimento não foi padronizado.

As falhas pontuais foram eliminadas e novamente foram coletados dados para análise. O Gráfico 03 e 04 mostra o comportamento das curvas das análises após as modificações no processo produtivo. As produções do produto “A” e “B” ocorreram no período de 05 de janeiro a 07 de janeiro de 2008.

De acordo com o Gráfico 03 verifica-se a ausência de amostras fora da faixa de controle. As causas das variações levantadas foram eliminadas e sendo assim foi verificada a melhoria na variabilidade do processo.

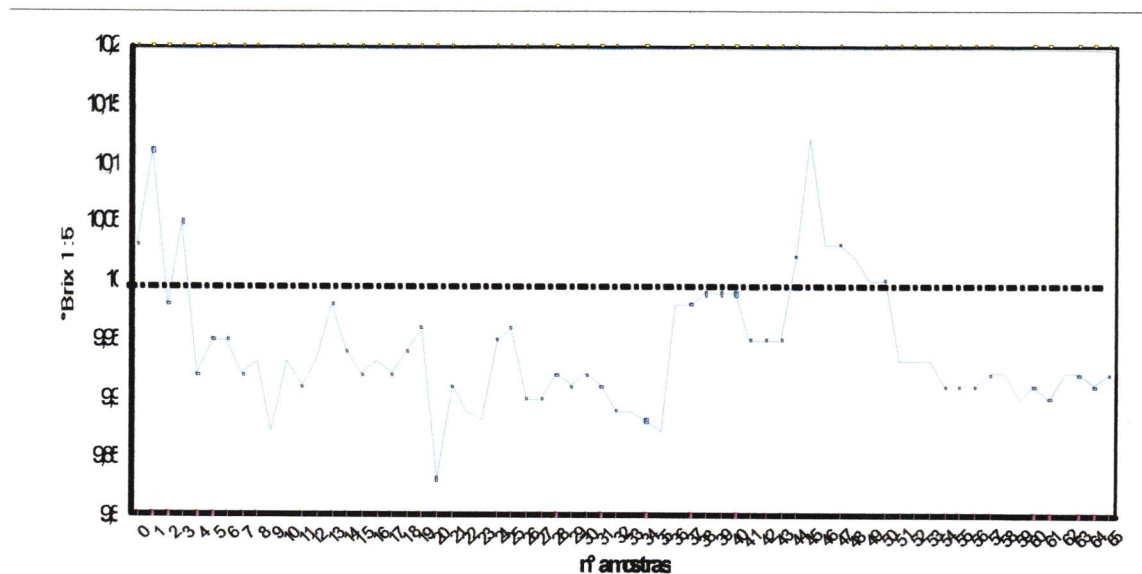


Gráfico 3 - Variação do produto “A” após a eliminação das falhas pontuais (Fonte: AMBEV, 2007)

O Gráfico 04 mostra a variação do produto B depois da eliminação dos agentes causadores de variação. De acordo com o comportamento gráfico da análise verifica-se que os valores estão dentro das faixas de controle de processo, apresentando apenas algumas variações que são inerentes ao processo, ou seja, não constaram análises fora de faixa de controle.

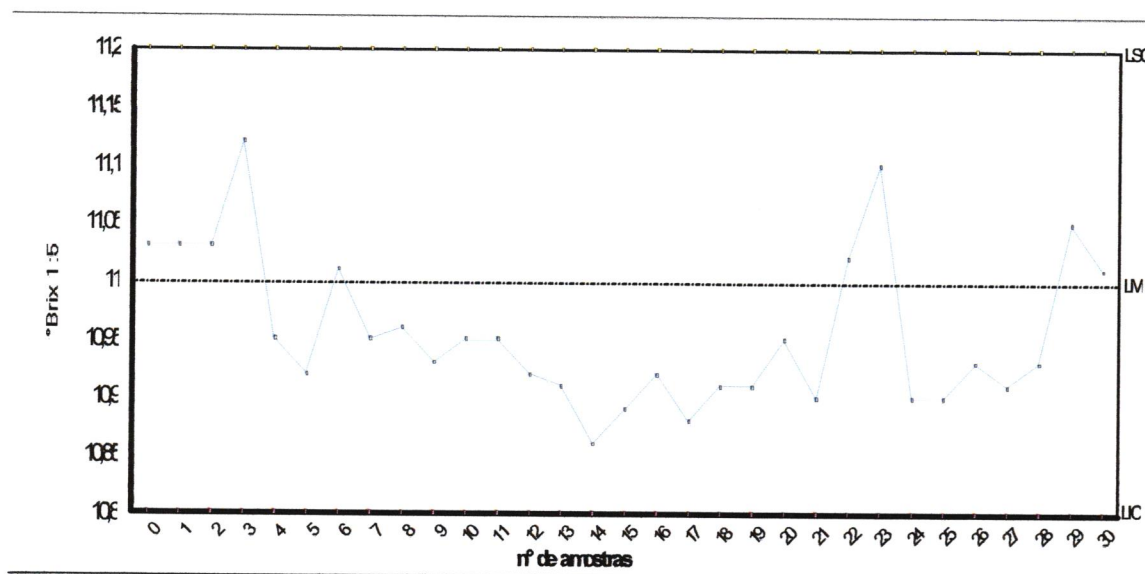


Gráfico 4 - Variação do produto "B" após a eliminação das falhas pontuais (Fonte: AMBEV, 2007)

4.1.3 Teor de CO₂ saída da enchedora

No carbonatador ocorre o processo de injeção de gás carbônico no líquido, o xarope já se encontra diluído na proporção 1:5. O produto entra nos esguichos após o resfriamento em atmosfera de CO₂ com pressão de 0,20 bar. De acordo com especificação do produto foi ajustada a pressão de CO₂ da pré-carbonatação.

O fator ao final da carbonatação foi dado em percentual de CO₂ dissolvido especificado de acordo com o produto. Os valores acima ou abaixo da especificação do catálogo do processo provocam:

- Descarte do produto no carbonatador, ou seja, antes do envase;
- Retenção do produto para solicitação de liberação sob concessão do corporativo sendo produto dentro da faixa vermelha;

- Despejo de produto envasado e embalado, denominado com custo da não qualidade, produto dentro da faixa vermelha.
- Reclamação de mercado; por ser considerado defeito facilmente percebido pelo consumidor.

O Gráfico 05 mostra a curva das análises realizadas durante a produção antes da eliminação das falhas pontuais do processo, os dados foram coletados durante a produção do produto denominado de “C”, no período de 12 a 15 de Março de 2007.

Sendo assim, das 86 amostras coletadas 14,77% ficaram fora da faixa de controle do processo, sendo que 8,14% das amostras estavam na faixa de descarte devido ao baixo teor de CO₂ dissolvido.

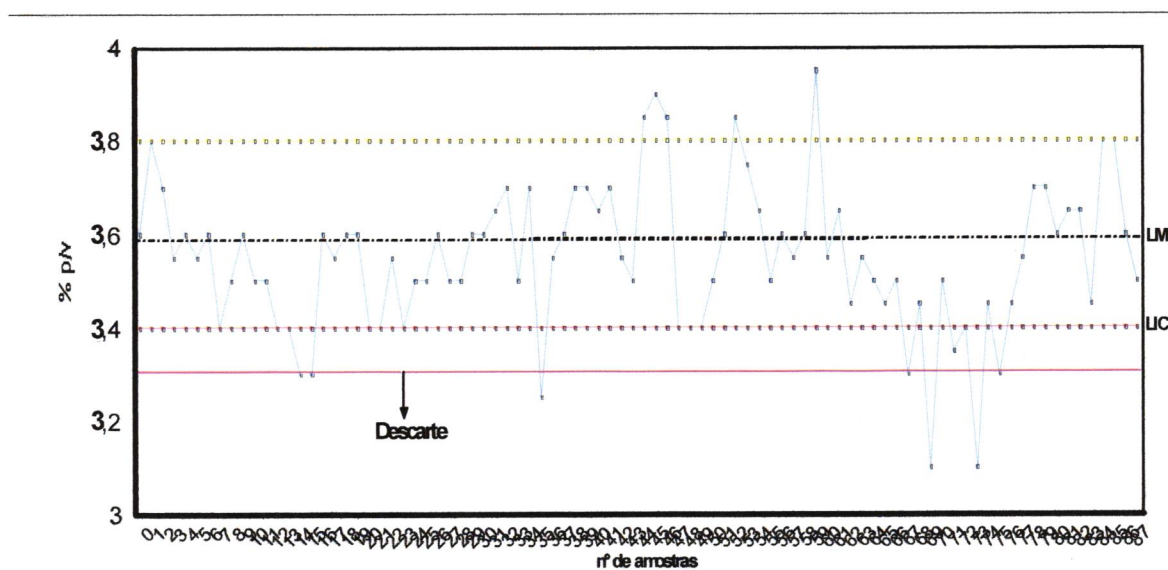


Gráfico 5 - Variação do produto “C” teor de CO₂ saída enchedora (Fonte: AMBEV, 2007)

As causas de variabilidade pontual foram levantadas durante as produções de refringentes nas quais as principais foram:

- Variação da temperatura do etanol; a faixa de trabalho de etanol para resfriamento no propocionador segundo especificação do fabricante do equipamento é de -03 a -06°C. Esta especificação não estava sendo cumprida.

- Falta de procedimento no início de produção devido à falta de instrumentos para controle de pressão e baixa confiabilidade do medidor de vazão do líquido cujo plano de calibração não estava sendo cumprido.
- Baixa pressão dos esguichos; êmbolo do atomizador, que é utilizado para controle o diferencial de pressão, é adaptado causando variação na pressão.

As principais causas de variação foram parcialmente eliminadas e novamente foram coletados dados para análise. No Gráfico 06 mostra a variação após as modificações no processo produtivo, no dia 02 de abril de 2008.

O Gráfico 06 verifica-se que houve melhoria no número de itens fora de especificação. Foram coletadas 41 amostras ficando com 2,44% fora da faixa de controle. Sendo que nesta produção não houve descarte por CO₂ fora de especificação.

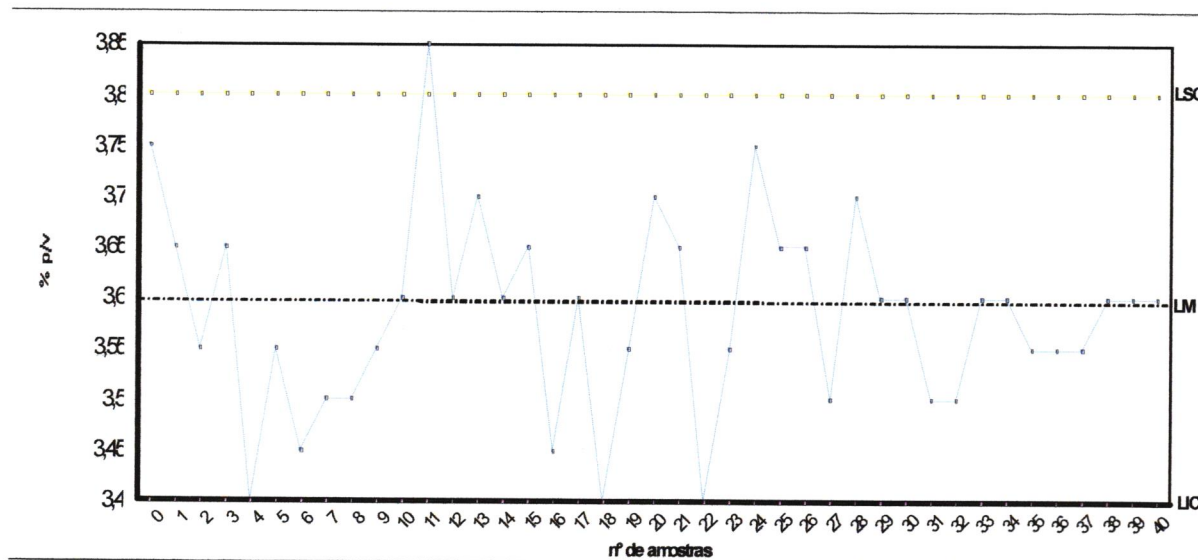


Gráfico 6 - Variação do produto "C" teor de CO₂ saída enchedora após melhoria do processo (Fonte: AMBEV, 2007)

No gráfico 07 mostra o Índice de Perda de Açúcar durante os meses de janeiro 2007 a Maio de 2008, o trabalho iniciou no mês de dezembro 2007 com o controle de °Brix eliminando as causas pontuais que provocavam a variabilidade e

no mês de março 2008 com a eliminação parcial das falhas pontuais de variação de CO₂.

O ganho obtido através do controle estatístico, foi à redução de 4,04% de janeiro de 2007 para maio de 2008. O Gráfico 07 mostra no mês de fevereiro de 2008 houve o aumento do índice devido à quebra do êmbolo dos esguichos do carbonatador causando descarte por baixo teor de CO₂ na bebida. Após a eliminação da falha pontual o índice manteve-se com tendência de redução.

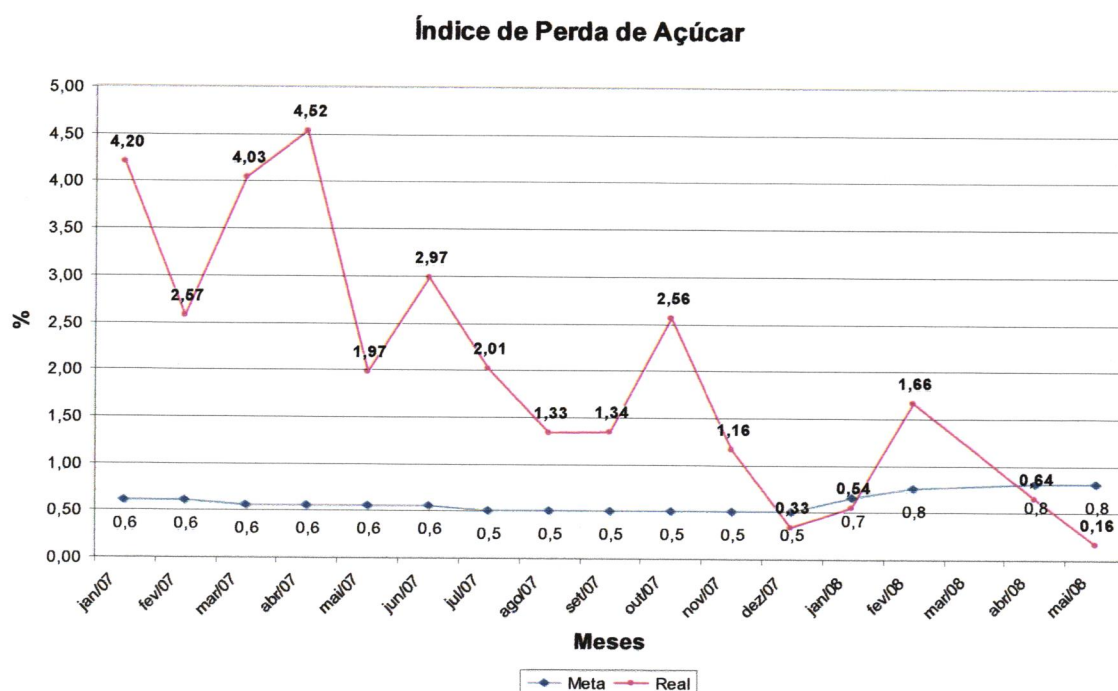


Gráfico 7 - Gráfico de Índice de Perda de Açúcar (Fonte: AMBEV, 2008)

A redução das falhas pontuais contribuiu para os indicadores de produtividade da linha de envase, redução do custo da não qualidade e melhoria nos programas de qualidade de mercado, no qual o corporativo faz análises físico-químicas e sensoriais dos produtos de todas as unidades produtivas de refrigerantes estipulando as melhores fábricas produtoras.

5 CONCLUSÕES

As indústrias de alimentos estão inseridas em um cenário de fortes mudanças, tendo em vista o crescimento populacional no mundo. Dentre estas, a indústria de bebidas representam a grande maioria em termos de produtividade e confiabilidade de seus processos.

Neste cenário, o controle de estatístico foi à ferramenta de avaliação de grande apoio para melhoria contínua do processo. A correta utilização da ferramenta traz ganhos expressivos ao processo, sendo que pode ser utilizada em diversas ramificações da indústria.

Neste trabalho, foi avaliada a influência das variáveis de processo, °Brix e concentração de CO₂, utilizando o controle estatístico na fabricação de refrigerante na AMBEV - Filial Sergipe. Essa avaliação mostrou que o ganho obtido no processo de envase de refrigerantes está de acordo com a meta estabelecida pela empresa.

A implementação dos controles gráficos na rotina foi de grande importância para estabilização das perdas e obtenção de ganhos na qualidade do produto acabado, ou seja, o refrigerante. Os gráficos apresentados no trabalho mostram que o percentual de perdas, principalmente de açúcar, reduziu de 4,20% em janeiro de 2007 para 0,16% em maio de 2008. Esses resultados evidenciam a estabilização do processo com o controle estatístico.

Neste sentido, a análise de processo utilizando ferramentas estatísticas como os gráficos de controle, faz com que as empresas possam atuar de forma proativa garantindo a qualidade dos seus produtos, controlando os custos e oferecendo um produto mais acessível ao consumidor garantindo a rentabilidade do negócio.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, Nilson, **Introdução ao estudo de controle estatístico de processo- CEP** 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.
- GALHARDO, Marcelo S. **Processo de Filtração de Cerveja**. Rio de Janeiro: CENG Refrigerantes, 1997. vol. Único.
- LOURENÇO FILHO, Rui de C.B. **Controle Estatístico de Qualidade**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científico, 1964. vol.1, p 28. apud ROCHA, 2006.
- MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004, apud PEDRINE, 2006.
- PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia seis sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- RAMOS, Marcelo , **Análises Físico-Químicas**. Rio de Janeiro: CENG Refrigerantes, 2006. vol. Único.
- RODRIGUES, Vinicius R. **Entendendo, Aprendendo, Desenvolvendo Qualidade Padrão Seis Sigma** 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- ROTONDARO, Roberto G. **Seis Sigmas – Estratégias Gerencial para Melhoria do Processo, Produtos e Serviços** 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- SILVA, Carlos E.H. **Produção de Xarope Simples e Xarope Composto**. Rio de Janeiro: CENG Refrigerantes, 2004. vol. único.
- SILVA, Carlos E.H. **Propocionadores**. Rio de Janeiro: CENG Refrigerantes, 2004. vol. Único.
- VIEIRA, Sônia. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. apud OLIVEIRA, 2004.
- WERKEMA, Maria C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos** 6ªed. Belo Horizonte, MG:DG, 1995.

WERKEMA, Maria C. C. **Criando a cultura Seis Sigma** 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.