

# **A GESTÃO METROLÓGICA COMO FATOR DIFERENCIAL NUMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES**

Kaique Barbosa de Moura (UNIFSA) E-mail: kaique.96moura@gmail.com  
Rhubens Ewald Moura Ribeiro (UNIFSA) E-mail: rhubens.ribeiro@gmail.com

## **Resumo**

Um dos fatores mais importantes no que tange a competitividade das indústrias sem dúvidas é o controle de qualidade. Em conjunto com a qualidade, a metrologia, que discorre em suas diretrizes, a importância de manter calibrados todos os instrumentos de verificação e controle, garantindo a confiabilidade e asseguuração da qualidade desejada pelo processo. Partindo dessa ideia o presente artigo busca mostrar a influência da gestão metrológica na qualidade do processo produtivo de uma indústria de refrigerantes em Teresina-PI. O mesmo contará com uma pesquisa bibliográfica para embasamento teórico para posterior estudo de campo dentro da empresa. Foram realizadas verificações na quantidade de CO<sub>2</sub> da bebida fabricada, utilizando um instrumento calibrado e outro com prazo de calibração vencida. Realizando essas verificações, notou-se a importância em se utilizar instrumentos devidamente calibrados, e no caso da indústria deste estudo, a importância ganha uma dimensão maior, pois determina a quantidade de CO<sub>2</sub> da bebida que será disponibilizada ao mercado.

**Palavras-Chaves:** Qualidade; Metrologia; Calibração.

## **1. Introdução**

Com o passar dos anos e evolução do processo de controle de qualidade, a metrologia está cada vez mais presente nas indústrias. Afinal em quase todas as etapas de um processo de produção se faz necessária a realização de algum tipo de verificação, garantindo assim às pessoas envolvidas o cumprimento ou não dos requisitos estabelecidos, caso confirmada a segundo opção mencionada anteriormente, a equipe possa identificar onde ocorreu o erro e assim buscar soluções adequadas para que o mesmo não venha acontecer novamente.

Cada produto deve atender plenamente as especificações técnicas definidas no projeto, de forma que possa cumprir com qualidade as funções para as quais foi desenvolvido. Segundo Albertazzi & Souza (2008), “o controle da qualidade envolve um conjunto de operações de medição com função de assegurar que os produtos fabricados por uma empresa atendam

plenamente as especificações técnicas para serem introduzidos no mercado, sendo um requisito fundamental para a sobrevivência de qualquer empresa”.

No que diz respeito a metrologia uma excelente ferramenta é a calibração de instrumentos, que é indispensável para a confiabilidade do processo, pois garante que os instrumentos forneçam os valores reais daquilo que está sendo medido.

Segundo o CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), no documento “Diretrizes estratégicas para metrologia brasileira 2018-2022”, estima-se que 4 a 6% do PIB nacional dos países industrializados sejam dedicados aos processos de medição. Sendo assim, os instrumentos de medição nas etapas do processo produtivo “regem” a maneira como a fábrica deve trabalhar, seguindo todas as normas e requisitos.

É importante que todos os envolvidos no processo produtivo entendam a importância da metrologia, mais especificamente a calibração, na qualidade do produto e satisfação dos clientes internos e externos, bem como na excelência de tudo aquilo que é produzido.

Uma vez que a avaliação da qualidade do produto envolve característica de caráter quantitativo, faz-se necessário o uso de equipamentos de medição que possibilitem resultados livres de erros.

O objetivo do presente artigo é de apresentar a influência da gestão metrológica na qualidade do processo de carbonatação do refrigerante fabricado numa de uma indústria de bebidas em Teresina-PI. O mesmo conta com uma pesquisa bibliográfica para embasamento teórico para posterior estudo metrológico dentro da empresa. Foram realizados testes de temperatura e quantidade de CO<sub>2</sub> no refrigerante através de um medidor de CO<sub>2</sub> manual. Os testes foram feitos com um manômetro calibrado e com termômetros, um calibrado e outro com sua calibração vencida. Durante os testes foi possível notar a diferença de medição entre os dois termômetros, podendo influenciar diretamente na qualidade do produto, que posteriormente será disponibilizado ao cliente.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Qualidade**

A qualidade de um produto está diretamente relacionada com a qualidade do processo de produção. Para se obter um produto com qualidade, é preciso acompanhar desde o pedido

feito pelo cliente, até a entrega do produto acabado, que passa por identificar aquelas características que irão determinar a qualidade do produto, de modo a projetá-lo e produzi-lo dentro das especificações, visando atender as necessidades do cliente durante seu uso (LINS, 2005; PALADINI, 2009).

Palladini (2009), afirma que a “avaliação da qualidade do produto, baseada em variáveis envolve apenas características quantitativas sendo assim, essencial o uso de dispositivos e equipamentos de medição para conferir o valor exato da medida característica”.

Fernandes (2011), ressalta que qualidade depende da normalização e da metrologia e que não há qualidade se não houver medição dos atributos-chave.

Daí surge a importância de o processo, nas diferentes etapas de fabricação do produto, ter instrumentos com calibrações em dia.

Pode-se dizer que a metrologia é o fundamento do controle de qualidade industrial, o que contribui com o sistema de medição de forma que ele seja capaz de assegurar que nas medições efetuadas sejam precisas e confiáveis (ISO; UNIDO, 2009).

## **2.2 Sistemas de medição**

Antes de aprofundar as pesquisas com relação a metrologia e controle de qualidade, é necessário entender com clareza o que de fato é um sistema de medição.

Para o INMETRO (2012b), o sistema de medição é um conjunto de um ou mais instrumentos de medição que fornecem as informações dos valores medidos, dentro de intervalos especificados. É importante entender que esses instrumentos estão inseridos dentro do processo, o que na maioria das vezes contribui para que ocorra uma considerável variação nos valores de medição obtidos. Isso ocorre por diversos fatores, como posição do instrumento, temperatura do ambiente no qual ele está inserido, vibração, falta de calibração, desgaste e falta de manutenção preventiva.

Com isso, o objetivo primordial dos instrumentos de medição é adquirir dados nos diferentes locais de produção e com base neles decidir se a qualidade do que foi produzido atende ou não os critérios máximos e mínimos do requisito adotado.

## **2.3 Perspectivas de atuação da metrologia**

A metrologia pode ser dividida em três linhas: a científica, a industrial e a legal, a primeira diz respeito aos padrões de medição internacionais relacionados ao mais alto nível de qualidade metrológica. Já a Metrologia Industrial, tem-se o desdobramento daquilo estabelecido nos

padrões de medição internacional. Esse desdobramento ocorre no controle dos processos de produção onde se deve garantir a qualidade do produto acabado.

O Brasil tem o INMETRO como órgão regulamentador, responsável por manter as unidades fundamentais. Além disso, o INMETRO deve garantir a rastreabilidade aos padrões internacionais, difundindo-os com os agentes envolvidos, até chegar às indústrias. Essa difusão ocorre através da Rede Brasileira de Calibração (RBC), que possui pouco mais de 400 laboratórios de calibração acreditados pelo INMETRO.

A Metrologia Legal, encontra-se a área metrologia no que se refere as exigências legais, técnicas e administrativas com relação as unidades de medida e instrumentos de medição. A Metrologia Legal e o governo trabalham essa questão baseados nas recomendações da Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML), auxiliados pelos fabricantes dos instrumentos. O governo promulga leis e regulamentos técnicos, determinando as modalidades das atividades da metrologia legal.

## **2.4 Calibração**

No processo produtivo, existem inúmeros instrumentos de medição e controle, sendo eles de diferentes grandezas, escala, fabricante e finalidade. Como esses instrumentos precisam ser calibrados periodicamente, torna-se necessário ter um controle criterioso com cada um desses instrumentos, organizando via software ou planilha no Excel todos os dados, como número de certificado de calibração, data de calibração, pontos de calibração, etc.

A calibração é definida pelo Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais da Metrologia – VM (INMETRO, 2007) como o “conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões”, quando aplicada de modo otimizado, oferece um retorno financeiro, com geração de lucros, maior confiabilidade e conseqüente competitividade das empresas.

Em outras palavras, pode-se dizer que a calibração seria a comparação entre o instrumento de medição utilizado no dia-a-dia do processo e o instrumento padrão, que foi calibrado por um laboratório que possui acreditação RBC e por isso está apto para tal finalidade. Os valores apresentados pelo instrumento do processo no momento da calibração devem estar próximos dos valores apresentados pelo instrumento padrão, e caso não esteja, cabe a pessoa designada para esse serviço, realizar os ajustes necessários até que os valores fiquem semelhantes.

A calibração deve estar sempre associada a padrões de referência com seus devidos certificados (rastreabilidade). A norma ISO 8402 diz que “rastreabilidade é a capacidade de traçar o histórico a aplicação ou a localização de um item através de informações previamente registradas”. Ou seja, a rastreabilidade é que garante que a grandeza do processo de medição da minha cadeia produtiva está atendendo a cadeia de rastreabilidade.

No processo de calibração, os instrumentos em calibração podem apresentar valores muito distantes dos apresentados no padrão ou muito próximo do mesmo, caracterizando assim uma incerteza. Assim a incerteza de medição, segundo o Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (ISO GUM) seria o “parâmetro associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentalmente atribuídos a um mensurado”. Todo esse processo obedece a uma hierarquia, demonstrada na ilustração abaixo:

Figura 1 – Hierarquia do sistema metrológico



Fonte: CNI (2009)

## 2.5 Erros de medição

Como mencionado anteriormente, a variação dos valores entre o padrão e o instrumento calibrado podem oscilar para mais ou para menos. O erro de medição é inevitável, mesmo em sistemas altamente sofisticados, até por que a medição depende de uma série de fatores, como a capacidade do operador do sistema, condições ambientais, qualidade do instrumento e se o mesmo está dentro do prazo de calibração.

Em calibração, o erro pode ser caracterizado de duas formas: erro sistemático e erro aleatório. Segundo o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM (INMETRO, 2007), pode-se definir:

- Erro sistemático – média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurado, efetuadas sob condições de repetitividade, menos o valor verdadeiro do mensurado;
- Erro aleatório – resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurado efetuado sob condições de repetitividade.

O erro sistemático aparece devido algumas limitações físicas do operador do processo de calibração e as condições físicas dos instrumentos. Um exemplo simples de erro sistemático seria realizar a medição do período de oscilação de um pêndulo com um cronômetro. Caso o ritmo do cronômetro esteja lento, as repetições das medidas produzirão sempre medidas abaixo do normal, caracterizando assim o erro sistemático como previsível.

No erro aleatório ocorre o contrário. Utilizando o exemplo anterior, supondo que ocorreu a medição do período de oscilação do pêndulo com um cronômetro num ritmo lento. Foram feitas medições cinco vezes e os resultados encontrados, em segundos foram: 3,9; 3,5; 3,7; 3,4 e 3,5. Aqui percebe-se que a variação de erro não ocorre no mesmo intervalo de medição, mesmo o cronômetro estando em ritmo lento, produzindo erros que não sejam tão previsíveis de identificar, trazendo um caráter aleatório.

### **3. Processo de fabricação do refrigerante**

#### **3.1 Carbonatação**

Os refrigerantes são produtos compostos por água, gás carbônico e algum tipo de xarope, que dá a cor e o gosto da bebida. Primeiramente a água e o gás são misturados, originando uma terceira substância, o ácido carbônico, que tem forma líquida. Depois, acrescenta-se o xarope a esse ácido e a última etapa é inserir uma dose extra de CO<sub>2</sub> dentro da embalagem para aumentar a pressão interna e conservar a bebida (PASSOS, 2004; TOCCHINI; NISIDA, 1995).

O nível de carbonatação varia de produto a produto e para cada um deles existe uma efervescência ótima. E em função do aroma, sabor e das características de diferentes bebidas. Em termos gerais, os refrescos de frutas são carbonatados a um nível baixo, as colas e as

bebidas alcoólicas a nível médio e as bebidas como as tônicas a nível alto para permitir sua dissolução com o componente líquido no carbonatador (FRANCIS, HARMER, 1993; TOCCHINI, NISIDA, 1995).

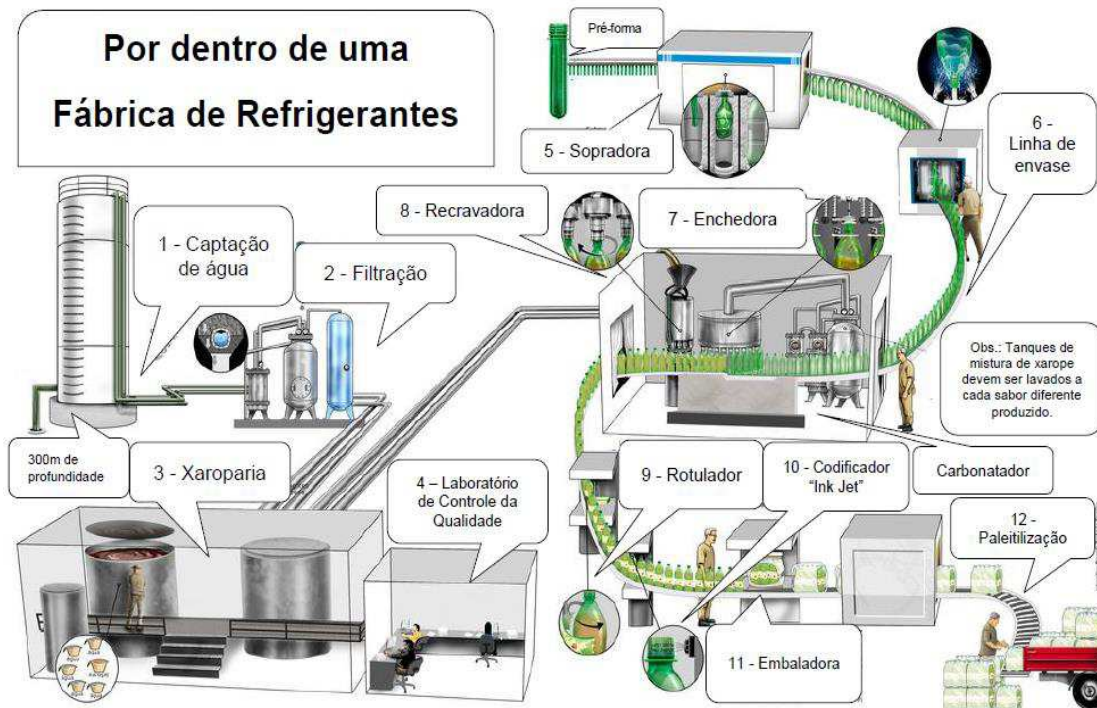
A carbonatação dá “vida” ao produto, realça o paladar e a aparência da bebida. Sua ação refrescante está associada à solubilidade dos gases em líquidos, que diminui com o aumento da temperatura (LIMA e AFONSO, 2009 apud PALHA, 2005). Quando dissolvido em água, o gás carbônico sofre hidrólise formando ácido carbônico (ácido fraco) responsável por auxiliar na redução do pH e na estabilidade microbiológica.

A diluição ocorre em um equipamento denominado Proporcionador, onde o xarope composto é misturado com água de clorada e desaerada gelada. Para refrigerantes com açúcar, a diluição é controlada de acordo com o teor de sólidos solúveis na bebida final; para os refrigerantes sem açúcar, o controle da diluição é feito de acordo com a acidez da bebida final (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

O gás carbônico é injetado na bebida pelo equipamento denominado Carbo-cooler até a concentração desejada de gás, controlada por meio da pressão de gás e temperatura da bebida final. A carbonatação ocorre com a bebida a baixa temperatura (3 a 10°C), o que facilita a dissolução do gás carbônico na mesma (CASCIATORI, 2008).

As capacidades destes dois equipamentos devem ser iguais à capacidade da enchedora, tendo em vista que esses três equipamentos são acoplados em um sistema contínuo e integrado, denominado linha de envase. Abaixo segue o funcionamento completo do processo de produção do refrigerante:

Figura 2 – Processo de fabricação do refrigerante



Fonte: Lima (2009)

### 3.2 Envase

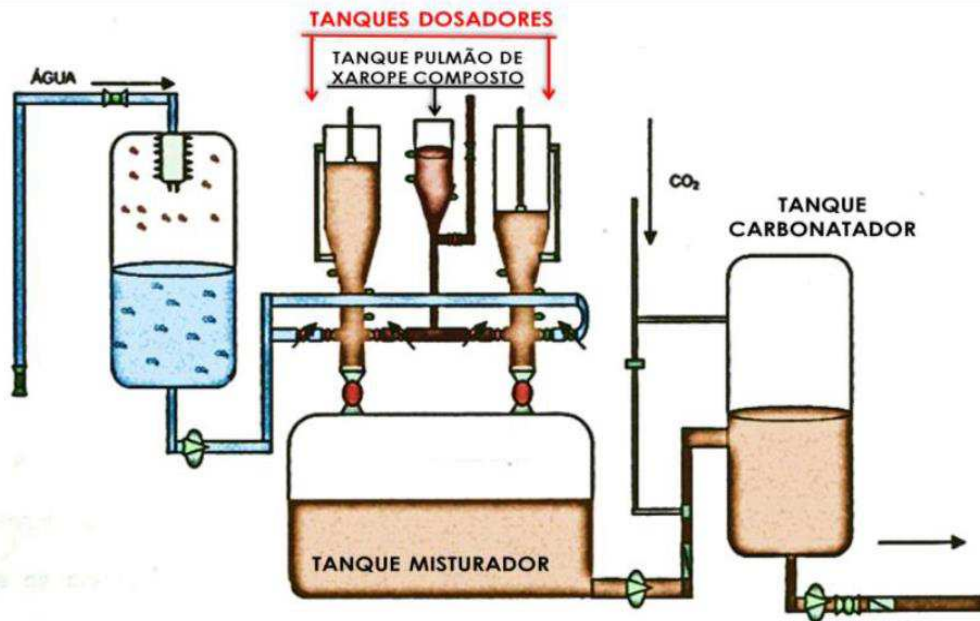
O envase do refrigerante deve ser realizado logo após a carbonatação, de modo a evitar perdas de CO<sub>2</sub> (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

O refrigerante é envasado em baixa temperatura (3 a 12°C) e sob pressão para assegurar uma elevada concentração de CO<sub>2</sub> no produto (LIMA e AFONSO, 2009 apud PALHA, 2005).

Abaixo, o processo de sequenciamento de elaboração do refrigerante:



Figura 3 – Processo de mistura no carbo-cooler



Fonte: Pereira (2001)

#### 4. Metodologia

Com base nos parâmetros que devem ser analisados durante o processo de fabricação do refrigerante, o parâmetro analisado é a verificação do volume de CO<sub>2</sub> na bebida produzida. Ao todo foram feitas duas análises. Utilizando-se um aparelho medidor de CO<sub>2</sub> manual, que contém um manômetro, verificou-se o volume de CO<sub>2</sub> na bebida envasada.

Figura 4 – Montagem de material para análise de CO<sub>2</sub>



Fonte: Autoria Própria (2018)

O aparelho possui uma agulha, que após aplicação de força do operador da análise, fura a tampa para fixar o aparelho na garrafa e medir o CO<sub>2</sub> da mesma. Depois que o aparelho foi fixado na garrafa, a mesma foi colocada num banho ultrassônico contendo água. O banho foi programado para vibrar durante um minuto, fazendo com que a pressão de CO<sub>2</sub> no interior da garrafa subisse, e assim reproduzisse a pressão a ser verificada na análise.

Depois de realizado o teste, abriu-se a torneira para esvaziar a pressão adquirida e em seguida retirou-se o aparelho.

Nas duas análises, por motivos de segurança e normas da empresa, a garrafa foi colocada numa proteção de couro para eventuais quebras durante o teste.

Figura 5 - Termômetro digital tipo “espeto”



Fonte: Autoria Própria (2018)

Após isso, utilizou-se um termômetro digital tipo “espeto” para verificação da temperatura da bebida no interior da garrafa. Os instrumentos utilizados na primeira análise estavam todos com as suas calibrações em dia. Na segunda análise, foi realizado o mesmo processo só que agora com o termômetro digital com calibração vencida.

A empresa utiliza uma tabela de referência para todas as bebidas. Porém, por questões internas, não foi autorizada a inserção da mesma neste artigo, podendo apenas demonstrar o parâmetro da bebida em questão. Os parâmetros referência utilizados pela empresa, no cruzamento da tabela corporativa são:

Tabela 1 – Especificações para determinação de CO<sub>2</sub> da bebida

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Pressão (psi)</b>	<b>Fator de abrangência padrão</b>	<b>de Especificação mínima</b>	<b>Especificação Máxima</b>
9,5	30	3,75	3,60	3,90

Fonte: Autoria Própria (2018)

A margem de erro para temperatura é de +/- 0,15°C. Para pressão, utiliza-se +/- 0,15 psi.

O fator de abrangência é o verificado numa tabela corporativa que contém valores para cada pressão e temperatura obtidas após a análise. Com os resultados em mãos, realiza-se esse cruzamento da temperatura e pressão na tabela e obtém-se o fator de abrangência para cada análise, respeitando sempre o limite de 3,90 com meta padrão para 3,75.

#### 4. Resultados

As análises foram feitas com o manômetro e termômetro calibrados e com um termômetro com calibração vencida. O termômetro calibrado foi utilizado em cinco análises. A mesma quantidade de análises foi feita com o termômetro com calibração vencida. Os resultados foram obtidos foram os seguintes. O termômetro com, com o manômetro e termômetro calibrados, obteve-se as seguintes leituras:

Tabela 2 – Resultados das análises

	<b>Temperatura obtida no na análise (C°)</b>	<b>Pressão no momento da análise (psi)</b>	<b>Fator de abrangência obtido</b>
Medição 1 – Termômetro calibrado	30	30	3,80
Medição 2 - Termômetro com calibração vencida	30	30	3,59
Medição 3 - termômetro calibrado	30,5	30,5	3,85
Medição 4 - Termômetro com calibração vencida	30	30	3,52
Medição 5 - Termômetro calibrado	31	31	3,89
Medição 6 - Termômetro com calibração vencida	31	31	3,58
Medição 7 - Termômetro calibrado	30,5	30,5	3,88
Medição 8 - Termômetro com calibração vencida	30	30	3,57

Medição 9 - Termômetro calibrado	31	31	3,79
Medição 10 - Termômetro com calibração vencida	31	31	3,52

---

Fonte: Autoria Própria (2018)

Com esses resultados, o fator de abrangência foi alcançado nas medições onde foi utilizado o termômetro calibrado, ficando entre a especificação mínima e a especificação máxima. As medições foram feitas de maneira alternada para observação da variação. Com o termômetro com a calibração vencida, a variação sempre foi para abaixo do fator de abrangência padrão e abaixo também das especificações mínima e máxima permitidas pela organização.

## 6. Conclusão

O mercado consumidor está cada vez mais exigente, buscando sempre a qualidade e a confiabilidade nos produtos adquiridos e que os mesmos satisfaçam as suas necessidades.

Isso só é possível ocorrer quando a empresa, orientada para obediência à normas e especificações, tenha um sistema de gestão de qualidade eficaz e padronizado, contando com uma criteriosa gestão metrológica dos instrumentos utilizados em verificações e controle de processo, calibrando os mesmos periodicamente.

Com as análises realizadas neste artigo, foi possível verificar a importância de se utilizar instrumentos dentro do prazo de calibração. Caso a empresa adotasse nas suas análises o termômetro com prazo de calibração vencida, iria produzir inúmeros lotes com o CO2 abaixo da especificação e o mesmo poderia chegar até o cliente final, gerando uma insatisfação no mesmo no momento do consumo.

A permanência de uma indústria no mercado depende diretamente da qualidade de seus produtos percebidos pelo cliente. E a metrologia estimula a melhoria contínua, devido contribuir de maneira direta na redução de quantidade de produtos defeituosos, garantia de serviços de qualidade, segurança, saúde e meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI, ARMANDO & SOUSA, ANDRÉ R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. São Paulo: Manole, 2008.

CASCIATORI, F. P. **Gestão de Qualidade e Desenvolvimento de Produtos**. Relatório de Estágio Supervisionado – Bebidas Poty Ltda. UNESP, 2008. Disponível em: <<http://amigonerd.net/trabalho/46650-relatio-de-estgio-supervisionado->> Acesso em 04 set. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Normalização, metrologia a avaliação da conformidade: ferramentas da competitividade**. Disponível em: <[http://www.normalizacao.cni.org.br/f\\_index\\_glossario.htm](http://www.normalizacao.cni.org.br/f_index_glossario.htm)>. Acesso em: 18 abr. 2009.

FERNANDES, W. A. **O Movimento da Qualidade no Brasil**. São Paulo, Essencial Idea, 2011.

FRANCIS, A.J; HARMER, P.W. **Zumos de frutas y bebidas refrescantes**. Zaragoza: Acríbia, 1993.

INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia: portaria nº 029 de 1995**. 5. ed. Rio de Janeiro: INMETRO/SENAI, 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8402: quality management and quality assurance: vocabulary**. [S.l: s.n.], 1994.

ISO; UNIDO. **Construindo confiança: a caixa de ferramentas de avaliação da conformidade**. Rio de Janeiro:

ABNT; ISO, 2009. Disponível em: <[http://www.iso.org/iso/building\\_trust\\_pt.pdf](http://www.iso.org/iso/building_trust_pt.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2018.

LIMA, A. C. S.; AFONSO, J. C.; **A Química do Refrigerante**. 2009. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_3/10-PEQ-0608.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf)> Acesso em 04 set. 2018.

LIMA, Dorvalino Sezino; **Refrigerante**. 2009. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/58593545/Refrigerante>> Acesso em 04 set. 2018.

LINS, B.E. **Breve história da engenharia da qualidade**. Cadernos Aslegis, v. 4, n. 12, p. 53-65, 2005.

PALADINI, E.P. **Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PALADINI, Edson. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PASSOS, A. **Como se coloca o gás nos refrigerantes?** Mundo Estranho, n. 33, Palmeira das Missões, RS, 2004.

PEREIRA, A.A. **Analisadores Maselli e GAC**. In: **Curso de Tecnologia de Refrigerantes**. Ambev. Vassouras, 2001.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e Refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. 58 p. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas\\_refrigerantes.pdf](http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf)> Acesso em 04 set. 2018.

TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C. **Industrialização de refrigerantes**. Campinas: ITAL, 1995.