

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA E MODELAGEM  
QUANTITATIVA**

**OS GRÁFICOS DE CONTROLE COMO  
FERRAMENTA DE ANÁLISE DO DESPERDÍCIO  
ALIMENTAR EM UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Caroline Spohr**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

# **OS GRÁFICOS DE CONTROLE COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DO DESPERDÍCIO ALIMENTAR EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO**

**Caroline Spohr**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa.**

Orientadora: Dra. Roselaine Ruviaro Zanini

Santa Maria, RS, Brasil  
2014

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa**

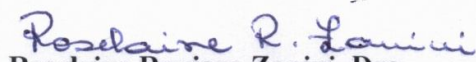
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Monografia de  
Especialização

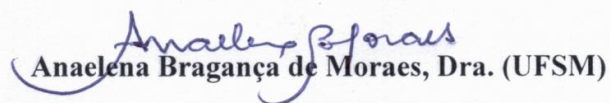
**OS GRÁFICOS DE CONTROLE COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE  
DO DESPERDÍCIO ALIMENTAR EM UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO**

elaborada por  
**Caroline Spohr**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
Roselaine Ruviaro Zanini, Dra.  
(Presidente / Orientadora)

  
Anaelena Bragança de Moraes, Dra. (UFSM)

  
Fernando de Jesus Moreira Junior, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 31 de janeiro de 2014.

## RESUMO

Monografia de Especialização  
Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa  
Universidade Federal de Santa Maria

### OS GRÁFICOS DE CONTROLE COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DO DESPERDÍCIO ALIMENTAR EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

AUTORA: CAROLINE SPOHR

ORIENTADORA: ROSELAINÉ RUVIARO ZANINI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de janeiro de 2014.

Os gráficos de controle constituem uma das mais importantes ferramentas do Controle Estatístico do Processo (CEP). Foram divulgados mundialmente na década de 50, e desde então, tem-se tornado referência na busca pela qualidade, especialmente pela popularidade adquirida na indústria japonesa. Neste trabalho, os gráficos de controle são utilizados para monitorar o desperdício de gêneros alimentícios do Restaurante Universitário, da Universidade Federal de Santa Maria, em busca de variações indesejáveis e de causas especiais relacionadas às refeições distribuídas. Para tanto, utilizaram-se dados referentes a outubro de 2013, turno de almoço, coletados nos três refeitórios integrantes do restaurante. Os dados obtidos foram analisados com base na revisão bibliográfica acerca das Unidades de Alimentação e Nutrição, bem como na revisão dos gráficos estatísticos de controle do processo. A média *per capita* do alimento consumido no RU foi de 0,60 kg, sendo que o alimento desprezado poderia alimentar 10.038 pessoas. A variável peso do resto apresentou uma distribuição normal, o que possibilitou a elaboração dos gráficos de controle tradicionais para essa variável. O gráfico de controle para medidas individuais, o gráfico CUSUM e o gráfico EWMA, desenvolvidos para análise da variável peso do resto, revelaram que o desperdício de alimentos gerado pelo usuário encontra-se dentro dos limites calculados para a média  $\mu = 240,83$  kg/dia e  $\sigma = 79,93$  kg/dia. No entanto, os gráficos de controle elaborados para a variável índice de resto-ingesta confirmaram a presença de níveis inaceitáveis de desperdício em quatro dias estudados. Inesperadamente, os maiores índices de resto-ingesta referem-se a sábados, quando o número de usuários do restaurante diminuiu expressivamente. Deste modo, é importante conscientizar o usuário da necessidade de racionalizar o alimento, tendo em vista as esferas sociais, ecológicas e econômicas, bem como incentivar o uso dos gráficos de controle no setor alimentício com o intuito de melhorias nos processos.

**Palavras-chave:** Controle Estatístico do Processo. Unidade de Alimentação e Nutrição. Resto-ingesta.

## **ABSTRACT**

Specialization Monograph  
**Specialization Course** in Statistics and Quantitative Modeling  
Federal University of Santa Maria

### **THE CONTROL CHARTS AS A TOOL IN ANALYSIS OF WASTE FOOD IN A UNIVERSITY RESTAURANT**

**AUTHOR: CAROLINE SPOHR**

**SUPERVISOR: ROSELAINÉ RUVIARO ZANINI**

**Date and Venue of Defense: Santa Maria, January 31, 2014.**

Control charts are one of the most important tools of Statistical Process Control (SPC). They were worldwide reported in the 50s, and since then they have become a reference in the search for quality, especially for the popularity gained in the Japanese industry. In this paper, control charts are used to monitor the waste of foodstuffs of the University Restaurant (UR), of Federal University of Santa Maria, in search of undesirable variations and special causes related to distributed meals. For this purpose, data from October 2013, lunch time were used, collected from the three constituent part of the University Restaurant. Data were analyzed based on literature review about the Food and Nutrition Unit as well as on the review of statistical control charts. The average per capita of the food consumed in the UR was 0.60 kg and the despised food could feed 10,038 people. The variable weight of the rest had a normal distribution, which allowed the preparation of traditional control charts for this variable. The control chart for individual measurements, the CUSUM chart and the EWMA chart, developed to analysis of the variable weight of the rest, revealed that food waste generated by the user is within the limits calculated for the average  $\mu = 240.83$  kg / day and  $\sigma = 79.93$  kg / day. However, the graphics designed to control the variable index of rest-intake confirmed the presence of unacceptable levels of waste in four days of study. Unexpectedly, the highest rates of rest-intake refer to Saturdays, when the number of users expressively decreases in the restaurant. Thus, it is important to educate the user about the need to rationalize the food, considering the social, ecological and economic spheres, as well as encourage the use of control charts in the food industry in order to process improvements.

**Keywords:** Statistical Process Control. Food and Nutrition Unit. Rest-intake.

*Aos meus pais, Adelaide e Lino,  
que sempre acreditaram na educação  
como a maior herança.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por guiar, orientar e conduzir o meu caminho.

À Professora Dra. Roselaine Ruviaro Zanini, pela orientação desse trabalho, pela paciência, e, principalmente, pelo incentivo que me permitiu chegar até aqui. Muito obrigada!

Aos professores Dra. Anaelena e Dr. Fernando, membros da Banca Examinadora, obrigada pelas sugestões e contribuições, bem como, por terem aceitado mais esse convite.

Aos demais professores do Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, por terem compartilhado seus conhecimentos. Obrigada Adriano, Augusto, Janete e Luciane!

Aos queridos colegas, agradeço por todos os momentos de convivência, pelo chimarrão, pelas risadas, pelas expectativas divididas, pelas dificuldades que se tornaram menos intransponíveis. Com certeza, levarei comigo os laços de amizade que se formaram...

À Direção do Restaurante Universitário, que tornou esse sonho possível desde o início. Obrigada pela possibilidade de frequentar as aulas, obrigada pela confiança em ceder-me os dados, em suma, muito obrigada pelo respeito e incentivo!

A equipe de nutricionistas, ao Setor de Contabilidade, e a todos os funcionários do Restaurante Universitário que de modo direto ou indireto participaram e permitiram a conclusão desse trabalho, meu carinho e eterno agradecimento.

Em especial, à minha equipe de trabalho: Álvaro, Claudécir, Luci, Paulo e Thiago, e aos que fizeram parte do grupo no início dessa jornada, Kerlenr e Luiz Fernando. Obrigada pela responsabilidade mantida durante minhas ausências, obrigada pela amizade e pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

Aos meus pais, Adelaide e Lino, muito obrigada por tudo que conquistei em minha vida: vocês são o meu estímulo diário de força e perseverança.

À minha irmã Carmine, agradeço com carinho pela amizade e pelas inúmeras vezes eu que leu e releu esse trabalho, sendo reconhecidamente minha coorientadora.

A todas as minhas amigas que aqui se reconhecerão, muito obrigada pelos anos de amizade, por apoiarem meus projetos pessoais, e por tornarem meus dias melhores.

Em síntese, agradeço a todos que torcem por mim e que se mantêm ao meu lado, mesmo em pensamento, incentivando e contribuindo com minhas vitórias.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Distribuição dos usuários do RU quanto ao tipo de vínculo com a universidade. . 62

Tabela 2 – Índice de resto-ingesta referente aos 25 almoços servidos em outubro de 2013. .. 63



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Regras sensibilizantes para os Gráficos de Controle de Shewhart.....	27
Quadro 2 – Aplicações da análise da capacidade do processo.....	42
Quadro 3 – Periodicidade do recebimento de mercadorias no RU.....	58
Quadro 4 – Desempenho do Índice de resto-ingesta por dia, com base em Aragão (2005). ...	64

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de Probabilidade de dois processos. ....	23
Figura 2 - Exemplo de Gráfico $\bar{x}$ . ....	30
Figura 3- Exemplo de Gráfico $R$ . ....	30
Figura 4 - Exemplo de Gráfico $S$ ....	33
Figura 5- Subdivisões do setor de alimentação fora de casa. ....	48
Figura 6 - Número médio diário de usuários do Restaurante Universitário por dia da semana, em outubro de 2013. ....	61
Figura 7- Gráficos de Controle para o peso do resto alimentar gerado pelo usuário do RU no mês de outubro de 2013. ....	66
Figura 8 - Gráficos de Controle CUSUM para a variável peso do resto alimentar gerado pelo usuário do RU no mês de outubro de 2013. ....	67
Figura 9 - Gráficos de Controle EWMA com parâmetro $L= 2,7$ e $\lambda = 0,1$ para a variável peso do resto alimentar gerado pelo usuário do RU no mês de outubro de 2013. ....	68
Figura 10- Gráficos de Controle para o índice de resto-ingesta do RU, em outubro de 2013, com base no desperdício do usuário. ....	69

## LISTA DE SIGLAS

APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle  
BPF – Boas Práticas de Fabricação  
CEP – Controle Estatístico do Processo  
CFN – Conselho Federal de Nutricionistas  
 $C_p$  – Índice de Capacidade potencial do processo  
 $C_{pk}$  – Índice de Capacidade efetiva do processo  
CUSUM – Somas Cumulativas  
EWMA – Média Móvel Exponencialmente Ponderada  
FIC – Formação Inicial e Continuada  
FTP – Ficha Técnica de Preparo  
Gráficos  $c$  – Gráfico de não-conformidades em uma amostra  
Gráfico CUSUM – Gráfico de Controle de Somas Cumulativas  
Gráfico EWMA – Gráfico de Controle de Média Móvel Exponencialmente Ponderada  
Gráfico  $MR$  – Gráfico de Controle para a amplitude móvel  
Gráfico  $np$  - Gráfico de Controle para o número de não-conformes  
Gráficos  $p$  - Gráfico de Controle para a proporção de não-conformes  
Gráfico  $R$  – Gráfico de Controle para a amplitude  
Gráfico  $S$  – Gráfico de Controle para o desvio-padrão  
Gráfico  $\bar{x}$ – Gráfico de Controle para a média  
Gráfico  $x$  – Gráfico de Controle para medidas individuais  
Gráficos  $u$  – Gráfico de não-conformidades por unidade  
LC – Linha Central  
LIC – Limite Inferior de Controle  
LIE – Limite Inferior de Especificação  
LSC – Limite Superior de Controle  
LSE – Limite Superior de Especificação  
MPBF – Manual de Boas Práticas de Fabricação  
PAT - Programa de Alimentação do Trabalhador  
POPs - Procedimentos Operacionais de Padronização  
RU – Restaurante Universitário  
SAN – Serviço de Alimentação e Nutrição

SAPS - Serviço de Alimentação da Previdência Social

SESC – Serviço Social do Comércio

SESI – Serviço Nacional da Indústria

SIE - Sistema de Informações Educacionais

SND – Serviço de Nutrição e Dietética

UAN – Unidade de Alimentação e Nutrição

UPR – Unidade de Produção de Refeições

UNE – União Nacional dos Estudantes

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo A</b> – Fatores para o cálculo dos limites de controle ( $3\sigma$ ) para os gráficos: $\bar{x}$ , $R$ e $S$ ....	80
<b>Anexo B</b> – Exemplo de levantamento de dados, referente a 01 de outubro de 2013.....	81

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Justificativa e importância da pesquisa.....	16
1.2	Tema da pesquisa.....	17
1.3	Objetivos .....	17
1.3.1	Objetivo geral.....	17
1.3.2	Objetivos específicos .....	17
1.4	Delimitação da pesquisa .....	18
1.5	Estrutura do trabalho.....	18
2	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO - CEP .....	20
2.1	Histórico sobre o Controle Estatístico do Processo (CEP) .....	20
2.2	Qualidade e Variabilidade do Processo .....	22
2.3	Controle Estatístico do Processo .....	24
2.4	Gráficos de Controle.....	24
2.4.1	Tipos de Gráfico de Controle.....	25
2.4.2	Interpretação dos Gráficos de Controle .....	26
2.5	Gráficos de Controle para média $\bar{x}$ e amplitude $R$ .....	27
2.6	Gráficos de Controle para média $\bar{x}$ e desvio-padrão $S$ .....	31
2.7	Gráfico de Controle para medidas individuais $x$ e amplitude móvel $MR$ .....	33
2.8	Gráficos de Controle Especiais .....	34
2.8.1	Gráfico de Controle de Somas Cumulativas (CUSUM).....	35
2.8.2	Gráfico de Controle da Média Móvel Excepcionalmente Ponderada (EWMA)..	36
2.9	Gráfico de Controle para atributos .....	37
2.9.1	Gráficos de Controle $p$ .....	38
2.9.2	Gráficos de Controle $np$ .....	39
2.9.3	Gráficos de Controle $c$ .....	39
2.9.4	Gráficos de Controle $u$ .....	40
2.10	Capacidade do processo .....	41
2.10.1	Índice $C_p$ .....	42
2.10.2	Índice $C_{pk}$ .....	43
3	UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO COLETIVA (UANs).....	44

3.1	Caracterização e história da alimentação coletiva.....	44
3.2	Organização das Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN).....	47
3.3	Controle de Qualidade nas UANs .....	49
3.4	O Problema do desperdício de alimentos.....	50
3.4.1	Sobras de alimentos .....	51
3.4.2	Restos de alimentos .....	52
3.5	Resto-ingesta .....	53
3.6	O custo do desperdício.....	53
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	56
4.1	Caracterização da UAN .....	56
4.2	Coleta dos dados e organização das variáveis.....	58
4.3	Análise estatística dos dados .....	60
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
5.1	Análise descritiva dos dados .....	61
5.2	Aplicação dos Gráficos de Controle.....	65
6	CONCLUSÃO.....	71
	ANEXOS.....	79

# 1 INTRODUÇÃO

Inseridas em um mercado altamente competitivo, as indústrias necessitam aprimorar continuamente seus produtos e serviços. É uma busca constante pelo aumento da produtividade, pela redução de custos e por melhorias tecnológicas, almejando o máximo de qualidade nos processos produtivos.

Nesse contexto, as ferramentas do Controle Estatístico do Processo (CEP) são importantes na detecção da variabilidade do processo, a qual pode estar indicando a presença de falhas nas etapas de produção quando a variação observada estiver fora dos limites estabelecidos, afirma Montgomery (2009). Por meio do monitoramento dos produtos e serviços no momento em que estão sendo produzidos, o CEP possibilita determinar a existência de problemas que afetam a qualidade do processo e, assim, buscar reduzir os fatores causadores da variação.

Uma ferramenta do CEP capaz de diagnosticar desvios nos parâmetros do processo, em tempo real, são os gráficos estatísticos de controle. Dependendo da finalidade, os gráficos de controle dividem-se em: gráficos para análise do processo e gráficos para controle do processo, em que, os primeiros permitem analisar a influência dos recursos no processo ao longo do tempo, os segundos possibilitam determinar se o processo está sob controle ou não (POZZOBON, 2001).

Os gráficos estatísticos de controle também são usados para determinar a capacidade do processo, estimada por meio de índices específicos após a estabilização desses gráficos (LOPES, 2007). Os índices de capacidade do processo poderão ser utilizados para decidir se determinado produto atende as especificações pré-definidas.

Embora os primeiros gráficos de controle tenham sido utilizados por operários como uma metodologia simples, conhecida como de “chão de fábrica”, atualmente esses gráficos estão bem aprimorados. Além dos gráficos de controle tradicionais, o CEP dispõe do Gráfico das Somas Acumuladas (CUSUM) e do Gráfico das Médias Móveis Excepcionalmente Ponderadas (EWMA), como exemplos de gráficos mais potentes.

Considerando que em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) fatores como, cardápio, capacitação dos colaboradores, temperatura do alimento, número de comensais, armazenagem, utensílios utilizados, apresentação dos pratos e porcionamento, podem influenciar no desperdício, monitorá-los é fundamental (AUGUSTINI et al., 2008; RICARTE



et al., 2008). No entanto, antes de conhecer os fatores causadores do desperdício e agir sobre eles, é necessário quantificar o rejeito alimentar da UAN.

Uma variável capaz de indicar os níveis de desperdício alimentar de uma Unidade Produtora de Refeições (UPR) é o índice de resto-ingesta (VAZ, 2006). Apurar esse índice permite analisar a qualidade das refeições servidas, sob a ótica do desperdício alimentar, que está inserida em conjunto maior de procedimentos operacionalizados em uma UAN capazes de agregar qualidade ao produto final (refeição).

Nas UANs públicas, a redução do desperdício deve ser um dos objetivos primordiais visto que quantidades excessivas de sobras podem expressar mau uso de recursos públicos ou problemas de gestão. Além dos prejuízos econômicos, o desperdício tem um grave fator social: muitas pessoas poderiam estar sendo alimentadas com o alimento desprezado.

De acordo com Ferreira, Elisei Júnior e Militani (2011), o monitoramento da variabilidade do processo deve estar sempre em sintonia com os modernos sistemas de qualidade, principalmente na indústria alimentícia. Deste modo, utilizando-se as ferramentas do CEP, esse estudo apresenta uma análise dos índices de desperdício de gêneros alimentícios do Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) por meio de gráficos para controle do processo.

## **1.1 Justificativa e importância da pesquisa**

Os gráficos de controle constituem uma ferramenta de qualidade útil no monitoramento e na aplicação de melhorias nos processos de produção. Isso porque, o acompanhamento da variável em cada etapa do processo permite a identificação de causas especiais de variação e a intervenção imediata no ponto em que o problema foi diagnosticado.

Todavia, embora os gráficos de controle sejam uma ferramenta de fácil utilização, não há muitos trabalhos publicados que relatem sua aplicação na indústria alimentícia. É neste aspecto que esta pesquisa se justifica: mostrar como variáveis do setor de alimentação podem ser monitoradas por meio de gráficos de controle.

Não obstante, sendo a autora também técnica-administrativa da UAN, a pesquisa foi motivada tanto pela facilidade em obter e compreender os dados, como pela possibilidade de

colaborar de alguma forma com essa unidade que muito representa para a comunidade universitária e especialmente na trajetória acadêmica e profissional desta aluna.

## **1.2 Tema da pesquisa**

Esta pesquisa tem como tema central o estudo de gráficos de controle e sua aplicabilidade com variáveis medidas na alimentação coletiva.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Analisar os índices de desperdício do Restaurante Universitário da Universidade Federal de Santa Maria por meio de gráficos de controle.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- I. Fundamentar a aplicação dos diversos tipos de gráficos de controle;
- II. Mensurar a quantidade de alimentos produzida e distribuída na UAN, bem como a quantidade desperdiçada pelos seus usuários;
- III. Estimar o custo médio do alimento desprezado pelos usuários do RU a partir do custo médio da refeição preparada nessa UAN;

- IV. Construir os gráficos de controle apropriados para variáveis de desperdício em uma unidade do setor alimentício;
- V. Propor melhorias no sistema produtivo do restaurante, por meio da identificação de possíveis causas especiais.

#### **1.4 Delimitação da pesquisa**

O enfoque dado ao estudo é a aplicação da metodologia de gráficos de controle na área de alimentação coletiva, subsetor de ensino, utilizando-se para tanto dados coletados no Restaurante Universitário da UFSM. Dentre a ampla possibilidade de aplicação dos gráficos de controle na alimentação coletiva, esse trabalho limita-se a explorar os índices de desperdício alimentar gerados pelo usuário do RU. Outros subsetores da alimentação coletiva não serão contemplados nesse trabalho.

#### **1.5 Estrutura do trabalho**

A fim de atingir os objetivos propostos, esse trabalho está organizado em seis capítulos.

O primeiro capítulo contém os aspectos gerais da pesquisa desenvolvida, divididos em seis tópicos: introdução, justificativa e importância da pesquisa, tema, objetivos geral e específicos, delimitação da pesquisa e estrutura do trabalho.

O capítulo dois traz a fundamentação teórica acerca do Controle Estatístico do Processo, de modo geral e, dos Gráficos de Controle, no caso específico.

O capítulo três fornece o embasamento necessário ao estudo do desperdício em uma UAN. Esquematizam-se aspectos históricos, organização e funcionamento das unidades de alimentação coletiva, controle de qualidade nas UANs, o desperdício e os parâmetros sobre, resto e resto-ingesta, bem como o custo gerado pelo desperdício.

O quarto capítulo descreve a metodologia empregada, assim como caracteriza o cenário onde se desenvolveu essa pesquisa.

No quinto capítulo são apresentados os resultados finais obtidos com a aplicação dos gráficos de controle no monitoramento dos índices de desperdício do Restaurante Universitário.

O sexto e último capítulo dispõe sobre as conclusões do trabalho, além de conter sugestões para novas pesquisas.

## **2 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO - CEP**

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica da metodologia de Gráficos de Controle. Primeiramente, há uma breve contextualização histórica acerca do Controle Estatístico do Processo (CEP). Na seção seguinte, constam os conceitos de qualidade e variabilidade do processo, necessários para a compreensão do trabalho. Logo após, se encontram as referências acerca do Controle Estatístico do Processo, e especialmente, dos Gráficos de Controle. A abordagem acerca dos Gráficos de Controle contempla a definição do mesmo, bem como alguns tipos de Gráfico de Controle tradicionais e especiais.

### **2.1 Histórico sobre o Controle Estatístico do Processo (CEP)**

Controlar a qualidade de produtos e serviços oferecidos é uma necessidade antiga. Os registros históricos indicam que as grandes civilizações, como a egípcia, a grega e a romana, possuíam um sistema de controle de qualidade, em moldes próprios e distintos dos atualmente empregados (LOPES, 2007). Conta-se, por exemplo, que naquela época eram os próprios artesãos que conferiam qualidade aos produtos fabricados.

Nos anos 20, com a revolução do sistema industrial e a divisão da indústria em setores, o processo de averiguação da qualidade passou por mudanças. Os produtos manufaturados eram inspecionados um a um no final do processo produtivo, com objetivo de evitar que peças defeituosas fossem comercializadas. Esse sistema de verificação de qualidade ficou conhecido como inspeção 100%.

Com o passar do tempo, a crescente demanda de produtos tornou inviável a inspeção de todos os produtos fabricados, de modo que, esse processo passou a ser realizado por amostragem. O processo estatístico de amostragem fornecia informações suficientes sobre a qualidade dos produtos, sem, no entanto, aumentar os custos. Além disso, a avaliação de qualidade passou a ser realizada em todas as fases do processo de fabricação e não apenas no produto acabado. Conforme relata Montgomery (2009), a amostragem de aceitação foi criada por Harold F. Dodge e Harry G. Romig.

Em 1924, Walter A. Shewhart, funcionário da empresa Bell Telephone Laboratories, desenvolveu a primeira carta estatística para o controle da qualidade dos produtos. Esse fato tornou-o conhecido como o pai do Controle Estatístico da Qualidade (LOPES, 2007; MONTGOMERY, 2009; POZZOBON, 2001; RIBEIRO, TEN CATEN, 2011; WERKEMA, 1995).

Na década de 40, marcada pela eclosão da Segunda Guerra Mundial, presenciou-se uma crescente expansão do Controle Estatístico de Qualidade devido às experiências advindas da guerra. De acordo com Lopes (2007), as forças armadas dos países aliados e dos Estados Unidos impulsionaram o desenvolvimento de programas de controle de qualidade e de novas técnicas estatísticas.

Na década seguinte, mesmo com o fim da guerra, a demanda por produtos bélicos continuou incentivando o desenvolvimento do controle de qualidade. Nessa época, os conceitos estatísticos de qualidade foram divulgados para vários países. Surgiu a American Society for Quality Control (Sociedade Americana para o Controle de Qualidade), organização criada com fins de conferenciar, treinar, capacitar, em suma, promover a responsabilidade por qualidade em todos os tipos de produção de bens e serviços. Além disso, houve uma mudança no enfoque do controle de qualidade do produto para o processo, aponta Lopes (2007).

Os nomes de Willian Edwards Deming, Joseph Juran e Kaoru Ishikawa tornaram-se referência em qualidade no período da guerra fria, principalmente após conferenciarem aos industriais japoneses. Deming ficou conhecido como o “pai do milagre” industrial japonês e, o engenheiro americano Juran impulsionou os japoneses a desenvolverem um método próprio para o controle de qualidade (RIBEIRO, TEN CATEN, 2011; SIQUEIRA, 1997).

Nos anos 60 e 70, foram divulgados os conceitos de Controle de Qualidade Total (TQC - Total Quality Control), desenvolvidos por Feigenbaum, bem como os conceitos de Gestão de Qualidade Total (TQM -Total Quality Management). De acordo com Lopes (2007), os conceitos de TQM foram implementados nos anos 80, sendo os japoneses, além de pioneiros, os principais disseminadores desses conceitos.

Em 1987, foram aprovadas as normas ISO, série 9000, que significaram mudanças de padrões para o controle de qualidade (LOPES, 2007). Em 1996, surge a certificação ISO, série 14000, na qual se estabeleceram regras para as relações contratuais em que o meio ambiente era o principal fator econômico. Essas normas surgiram numa época em que os movimentos conservacionistas estavam no auge e firmava-se a ideia de um desenvolvimento sustentável.

As técnicas estatísticas para o controle de qualidade são consideradas de grande eficácia até os dias de hoje, principalmente por priorizarem o processo sem perder de vista o produto.

## 2.2 Qualidade e Variabilidade do Processo

Durante muitos anos, a separação dos produtos defeituosos dos não-defeituosos ocorreu no final do processo produtivo, dificultando a tomada de ações corretivas por parte dos supervisores de fábrica (DAVIS, AQUILANO, CHASE, 2001). No momento em que o foco dessa inspeção deixou de ser o produto e passou a ser centrado no processo, ações de melhoramento contínuo puderam ser implementadas com mais facilidade. Conseqüentemente, os produtos fabricados atingiram níveis superiores de qualidade, tendo em vista, um acompanhamento on-line rigoroso e preventivo. Além disso, diminuíram-se os custos gerados pelo retrabalho e pelo refugo dos itens não-conformes (MONTGOMERY, 2009).

Pressupondo que atualmente a qualidade é definida pelos consumidores, essa característica adquire significados diferentes de acordo com a necessidade do cliente. Para fins desse estudo, assume-se a definição de Montgomery (2009, p. 3) de que “qualidade é inversamente proporcional à variabilidade”. O sentido atribuído por Montgomery (2009) ao termo variabilidade é o mesmo utilizado por Costa, Epprecht e Carpinetti (2005) em referência às diferenças existentes entre os produtos fabricados.

Siqueira (1997, p. 7) afirma “para que se possa controlar a qualidade de um produto é necessário ter habilidade para se medir as variações que ocorrem no mesmo”. Caso a variabilidade produzida seja grande, as diferenças nos produtos são facilmente medidas, contudo, se a variabilidade for pequena essas diferenças são mais difíceis de observar (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005).

As causas geradoras de variabilidade do processo podem ser classificadas em:

*-Causas comuns ou aleatórias*

A variabilidade ocasionada pelas causas comuns ou aleatórias está dentro de um padrão esperado e é inerente ao processo. Geralmente, tais causas agem cumulativamente para produzir variação, denominada de natural ou “ruído de fundo”. Os processos ditos sob

controle estatístico são aqueles que operam apenas com a presença de causas comuns ou aleatórias (MONTGOMERY, 2009; SIQUEIRA, 1997).

*-Causas especiais, assinaláveis ou atribuíveis*

Sua presença indica que o processo está fora de controle. Portanto, devem ser identificadas e eliminadas do processo, embora isso não seja tão simples visto que são causas não previsíveis (SIQUEIRA, 1997).

A figura 1 ilustra a distribuição de probabilidade de dois processos distintos. Um está sob efeito apenas de causas de variação comuns, o outro apresenta também causas especiais de variação.

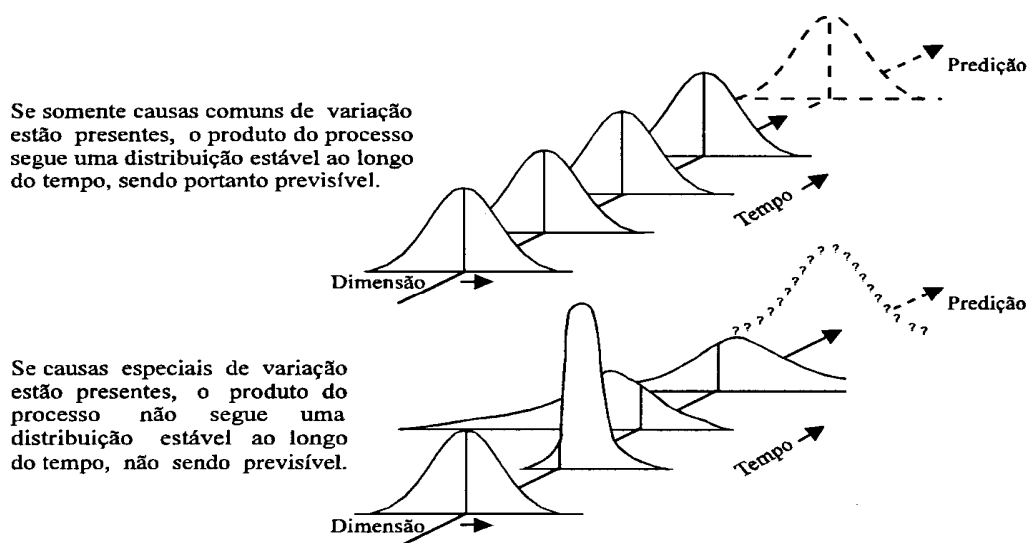


Figura 1 - Distribuição de Probabilidade de dois processos.

Fonte: Werkema,1995.

Os fatores inerentes ao processo não são identificáveis, afirma Lopes (2007). Em contrapartida, as variações maiores podem ser originadas por fatores (causas especiais) como máquinas desreguladas, materiais inferiores e mão-de-obra desqualificada (MONTGOMERY, 2009; SIQUEIRA, 1997).

Torna-se importante salientar que em todos os processos haverá certa quantidade de variabilidade, independente da característica medida e dos esforços para controlar a produção (LOPES, 2007; MONTGOMERY, 2009; SIQUEIRA, 1997).



### 2.3 Controle Estatístico do Processo

O Controle Estatístico do Processo (CEP), de acordo com Siqueira (1997, p. 3), “é o ramo do Controle da Qualidade que consiste na coleta, análise e interpretação de dados para utilização nas atividades de melhoria e controle da qualidade de produtos e serviços”. Uma das principais finalidades do CEP está em obter a estabilidade do processo e a melhoria da capacidade através da redução da variabilidade. O CEP visa detectar a presença de causas assinaláveis rapidamente a fim de apurar o processo e agir corretivamente sobre ele antes que unidades não-conformes sejam produzidas (MONTGOMERY, 2009).

Para a aplicação do controle estatístico do processo dispõe-se de uma série de ferramentas de qualidade. As sete principais ferramentas, de acordo com Montgomery (2009), são: Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Histograma ou seu similar Gráfico de ramo-e-folhas, Diagrama de Dispersão, Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa ou espinha de Peixe), Diagrama de Concentração de Defeitos e Gráfico de Controle de Processos (Gráfico de Controle de Shewhart).

O enfoque desse trabalho serão os gráficos de controle de processos, uma das mais importantes ferramentas do CEP afirma Montgomery (2009).

### 2.4 Gráficos de Controle

De acordo com Ramos (1995, p. 15), “o gráfico de controle é um método eficiente para o estudo da estabilidade estatística de um processo, a partir da observação de sequências aleatórias de amostras de pequeno tamanho, coletadas a intervalos regulares”. Sua utilização não determina os fatores causadores de variação, porém constitui-se em uma ferramenta capaz de indicar quando fontes não usuais estão presentes (MONTGOMERY, 2009; WERKEMA, 1995). Além disso, Montgomery (2009) enfatiza o uso dos gráficos de controle como uma ferramenta de monitoramento on-line, útil na estimação dos parâmetros do processo e na redução da variabilidade.

Os gráficos ou cartas de controle são plotados em um sistema de coordenadas cartesianas. O eixo vertical corresponde às medidas da característica analisada de um produto

e o eixo horizontal ao número da amostra. Nesse gráfico há três linhas paralelas ao eixo das abscissas: uma linha central (LC), uma linha superior chamada limite superior de controle (LSC) e uma linha inferior chamada limite inferior de controle (LIC).

A linha central do gráfico de controle representa a média da característica de qualidade quando estão presentes apenas as causas aleatórias de variação, ou ainda, conforme Montgomery (2009), um valor médio de referência baseado em dados históricos. LIC e LSC são os ditos limites de controle que servem para avaliar se o processo está sob controle estatístico ou não.

Geralmente os limites de controle são estabelecidos em três desvios-padrão ( $3\sigma$ ) acima ou abaixo da média, tendo em vista que aproximadamente três desvios-padrão em torno da média representam 99,7% da área em uma distribuição normal (DAVIS, AQUILANO, CHASE, 2001).

Para que o gráfico de controle tenha validade é necessário que as observações não apresentem autocorrelação e sigam uma distribuição de probabilidade – Poisson, Normal ou Binomial. Observados esses pressupostos e, estando os pontos observados dentro dos limites e próximos à linha central, significa que o processo está sob controle (POZZOBON, 2001). Porém, existindo ao menos um ponto acima ou abaixo dos limites de controle o processo é tido como fora de controle e uma intervenção no mesmo faz-se necessária (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005).

A popularidade dos Gráficos de Controle em indústrias é justificada por, pelo menos, cinco razões:

Os gráficos de controle são uma técnica comprovada para a melhoria da produtividade; [...] são eficazes na prevenção de defeitos; [...] evitam o ajuste desnecessário do processo; [...] fornecem informações de diagnóstico; e [...] fornecem informações sobre a capacidade do processo (MONTGOMERY, 2009).

#### 2.4.1 Tipos de Gráfico de Controle

Conforme a característica de qualidade analisada, os gráficos dividem-se em gráficos de controle para variáveis e gráficos de controle para atributos (WERKEMA, 1995).

Quando a característica de qualidade analisada for uma grandeza mensurável, isto é, estiver contida em uma escala contínua de medida, ela recebe o nome de variável. De acordo

com Montgomery (2009), os gráficos de controle para variáveis são formados pelo conjunto dos gráficos de controle para tendência central (média) e variabilidade (amplitude ou desvio-padrão). Em contrapartida, se a característica de interesse assumir um valor discreto, isto é, puder ser obtida por meio de contagem, ela é chamada de atributo. Nesse caso, elabora-se apenas um gráfico para monitorar a tendência central da amostra.

Para Werkema (1995), os gráficos de controle para variáveis são mais indicados porque medidas contínuas fornecem mais dados do que medidas discretas, acarretando assim em redução da amostra e consecutivamente maior economia.

#### 2.4.2 Interpretação dos Gráficos de Controle

Os gráficos de controle são utilizados para determinar se um processo está sob controle estatístico ou não. Para tanto, analisam-se os pontos plotados no gráfico a fim de identificar possíveis padrões de comportamento não-aleatório. Caso os pontos sejam aleatoriamente distribuídos em torno do valor médio e estejam contidos entre os limites de controle, o processo é dito estável (sob controle). No entanto, se um ou mais pontos estiverem plotados além dos limites de controle, o processo é considerado instável (fora de controle) (DAVIS, AQUILANO, CHASE, 2001; MONTGOMERY, 2009; WERKEMA, 1995).

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2005), a área acima ou abaixo dos limites de controle, definida usualmente em torno de três desvios-padrão, é denominada região de ação. Como regra padrão, tem-se que pontos localizados nessa região indicam a presença de causas atribuíveis e que uma ação corretiva é necessária.

Além do critério básico, Montgomery (2009) apresenta critérios suplementares, conhecidos por regras sensibilizantes, que podem ser usados cautelosamente na análise dos gráficos de controle. No quadro 1, encontram-se dez regras sensibilizantes utilizadas na análise dos gráficos de controle.

Dez regras sensibilizantes para os Gráficos de Controle
Um ou mais pontos fora dos limites de controle;
Dois ou três pontos fora dos limites de alerta ( $\pm 2\sigma$ );
Quatro ou cinco pontos consecutivos além dos limites $\pm 1\sigma$ ;
Uma sequência de oito pontos consecutivos de um mesmo lado da linha central;
Seis pontos em uma sequência sempre crescente ou decrescente;
Quinze pontos em sequência na zona C ( $\pm 1\sigma$ );
Catorze pontos em sequência alternada para cima e para baixo;
Oito pontos em sequência de ambos os lados da linha central, com nenhum na zona C;
Um padrão não-usual ou não-aleatório nos dados;
Um ou mais pontos perto de um limite de alerta ou controle.

Quadro 1 – Regras sensibilizantes para os Gráficos de Controle de Shewhart.

Fonte: Montgomery (2009).

## 2.5 Gráficos de Controle para média $\bar{x}$ e amplitude $R$

Quando o processo é descrito por variáveis contínuas é necessário acompanhar o valor médio da variável, assim como a sua variabilidade. Além disso, os dados devem ser coletados em amostras de tamanho constante. Usados simultaneamente, o gráfico  $\bar{x}$  e o gráfico  $R$  são exemplos de gráficos de controle para variáveis contínuas.

Para a elaboração do gráfico  $\bar{x}$ , supõe-se que a característica de qualidade seja normalmente distribuída com média  $\mu$  e desvio-padrão  $\sigma$ . Em geral, esses parâmetros não são conhecidos e, assumem-se estimativas  $\bar{x}$  e  $S$  que, para uma amostra de tamanho  $n$ , são expressas da seguinte maneira:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad \text{e} \quad S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Sabe-se que  $\bar{x}$  é normalmente distribuída com média  $\mu$  e desvio-padrão  $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ . Assim, há probabilidade  $1 - \alpha$  da estatística estar neste intervalo:

$$P\left(-z_{1-\frac{\alpha}{2}} \leq \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \leq z_{1+\frac{\alpha}{2}}\right) = 1 - \alpha$$

Com isso, os limites do gráfico de controle  $\bar{x}$ , usualmente empregados em  $\pm 3\sigma$ , são expressos do seguinte modo:

$$LSC = \mu_{\bar{x}} + 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{x} + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu_{\bar{x}} = \bar{x}$$

$$LIC = \mu_{\bar{x}} - 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{x} - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Montgomery (2009) explica que, mesmo que a distribuição subjacente não seja normal, os resultados encontrados estão corretos com base no teorema do limite central. Ainda de acordo com esse autor, as estimativas de  $\mu$  e  $\sigma$  devem basear-se em no mínimo 20 amostras.

Coletadas  $m$  amostras, de tamanho  $n$  e com médias  $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m$ , obtém-se uma estimativa adequada de  $\mu$  pela média aritmética:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

O gráfico de controle de médias terá  $\bar{\bar{x}}$  como linha central.

Uma estimativa do desvio-padrão  $\sigma$  também é necessária para a construção dos limites de controle. Para tanto, considera-se a amplitude da amostra:

$$R = x_{m\acute{a}x} - x_{m\acute{i}n}$$

Sejam  $R_1, R_2, \dots, R_m$  as amplitudes das  $m$  amostras. A amplitude média é:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_m}{m}$$

Em uma amostra de distribuição normal existe uma relação entre a amplitude e o seu desvio-padrão, obtida por  $W = \frac{R}{\sigma}$ . A amplitude relativa  $W$  tem média constante e tabelada igual à  $d_2$  (ANEXO A).

Considerando que  $\bar{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$  é um estimador para  $\sigma$ ,  $\bar{\bar{x}}$  um estimador para  $\mu$  e  $A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ , -tabela (ANEXO A) - os limites de controle do gráfico de médias  $\bar{x}$  ficam reduzidos à:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{x}}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Do mesmo modo, deduzem-se os limites do gráfico de amplitude  $R$ . Nesse caso, a linha central é definida pela média  $\bar{R}$  e o desvio-padrão  $\sigma_R$  é determinado por meio da amplitude relativa  $W = \frac{R}{\sigma}$ .

Digamos que o desvio-padrão de  $W$  seja  $d_3$  (ANEXO A), e tendo em vista que  $R = W\sigma$ , segue que:

$$\sigma_R = d_3\sigma$$

Como  $\sigma$  é desconhecido, estima-se  $\sigma_R$  por:

$$\bar{\sigma}_R = d_3 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Ainda, fazem-se as seguintes substituições, incluindo as constantes  $D_3$  e  $D_4$  (ANEXO A):

$$D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \quad \text{e} \quad D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$$

Por fim, chegam-se aos seguintes limites para o gráfico de controle  $R$ :

$$LSC = D_4\bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LIC = D_3\bar{R}$$

Exemplos de gráficos  $\bar{x}$  e  $R$  podem ser observados na figura 2 e na figura 3, respectivamente.

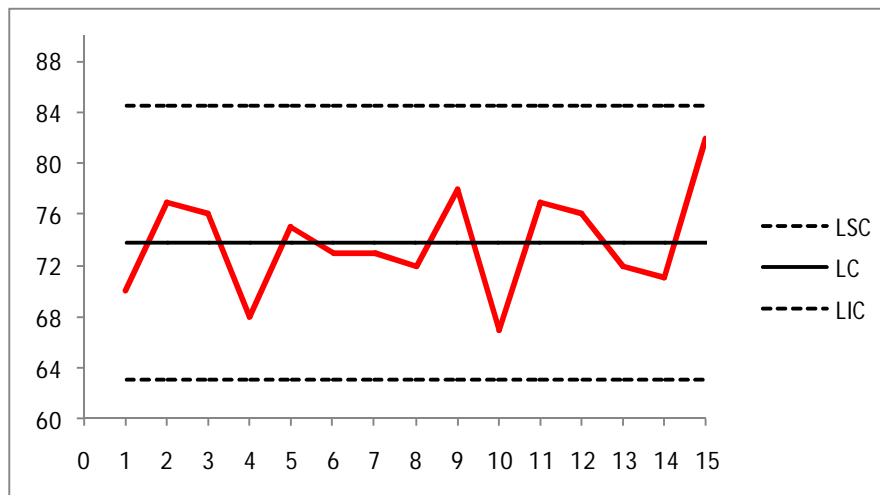


Figura 2 - Exemplo de Gráfico  $\bar{x}$ .

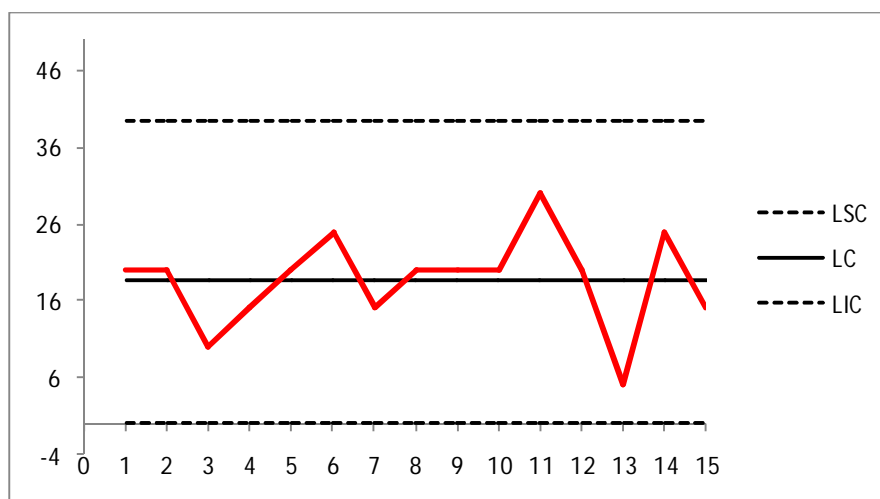


Figura 3- Exemplo de Gráfico  $R$ .

Na interpretação dos gráficos  $\bar{x}$  e  $R$  são considerados os dois gráficos conjuntamente, afirma Montgomery (2009). Apesar dessa informação, inicialmente verifica-se a variabilidade detectada pelo gráfico  $R$ , pois este gráfico detecta com mais facilidade padrões não-aleatórios. Caso seja percebida a presença de causas especiais na análise do gráfico  $R$ , é necessário intervir no processo para a identificação e retirada de tais fatores. Em geral, a retirada das causas especiais do gráfico  $R$  eliminará automaticamente os fatores causadores da instabilidade no gráfico  $\bar{x}$  (MONTGOMERY, 2009).

Uma importante observação acerca dos gráficos  $\bar{x}$  e  $R$  diz que o gráfico  $\bar{x}$  monitora a variabilidade entre as amostras e, o gráfico  $R$ , mede a variabilidade dentro da amostra (MONTGOMERY, 2009).

## 2.6 Gráficos de Controle para média $\bar{x}$ e desvio-padrão $S$

Para amostras grandes ( $n > 10$ ) ou no caso das amostras coletadas variarem de tamanho, é indicado usar o gráfico  $S$  ao invés do gráfico  $R$ . A representação  $S$  refere-se ao desvio-padrão amostral, e o gráfico  $S$  tem o mesmo objetivo do gráfico  $R$ : analisar a variabilidade do processo (MONTGOMERY, 2009).

Na elaboração do gráfico  $S$ , considera-se que  $S$  não serve de estimador não-viesado para o desvio-padrão populacional  $\sigma$ . Na verdade  $S$  estima  $c_4\sigma$ , onde  $c_4$  é uma constante que depende do tamanho da amostra  $n$ . Tal assertiva acerca de  $S$ , implica em  $E(S) = c_4\sigma$  e em limites de controle assim formulados:

$$\begin{aligned}LSC &= c_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2} \\LC &= c_4\sigma \\LIC &= c_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2}\end{aligned}$$

Definindo-se as constantes  $B_5 = c_4 - 3\sqrt{1 - c_4^2}$  e  $B_6 = c_4 + 3\sqrt{1 - c_4^2}$ , os limites ficam assim estabelecidos:

$$\begin{aligned}LSC &= B_6\sigma \\LC &= c_4\sigma \\LIC &= B_5\sigma\end{aligned}$$

Tais limites só poderão ser empregados com um valor de referência para  $\sigma$ , o qual poderá ser estimado com base em dados anteriores.

Fundamentado em Montgomery (2009), supõe-se que  $m$  amostras preliminares estejam disponíveis, cada uma de tamanho  $n$ , e seja  $S_i$  o desvio-padrão da  $i^{\text{a}}$  amostra. A média dos  $m$  desvios-padrão é:



$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$$

Um estimador não-viesado para  $\sigma$  é  $\frac{\bar{S}}{c_4}$ , o que implica em novos limites para gráfico  $S$ :

$$LSC = \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$LC = \bar{S}$$

$$LIC = \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

Substituindo pelas constantes  $B_3 = 1 - \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$  e  $B_4 = 1 + \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$ , surgem os limites para  $\sigma$  estimado por  $\frac{\bar{S}}{c_4}$ :

$$LSC = B_4 \bar{S}$$

$$LC = \bar{S}$$

$$LIC = B_3 \bar{S}$$

Ainda nesse caso, definem-se limites para o gráfico  $\bar{x}$  correspondente usando  $A_3 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}}$ :

$$LSC = \bar{x} + A_3 \bar{S}$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LIC = \bar{x} - A_3 \bar{S}$$

As constantes  $A_3$ ,  $B_3$  e  $B_4$  são todas tabeladas (ANEXO A).

A fim de exemplificar o gráfico  $S$ , segue a figura 4.

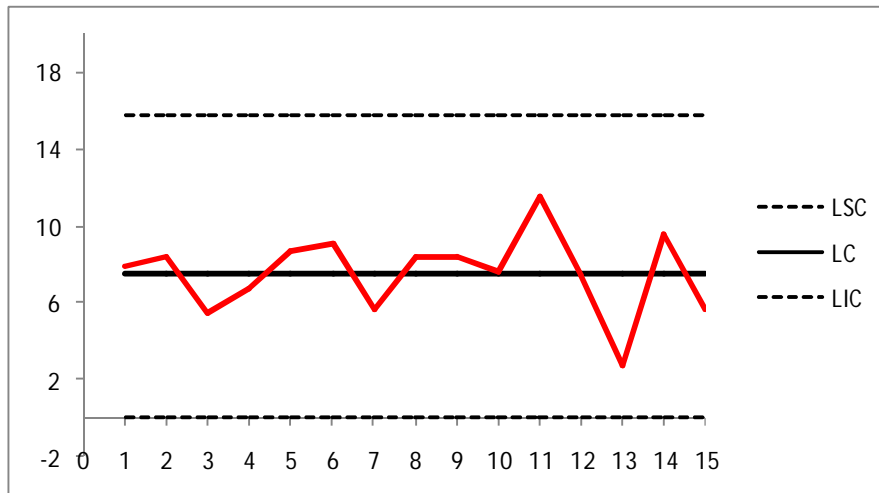


Figura 4 - Exemplo de Gráfico S.

## 2.7 Gráfico de Controle para medidas individuais $x$ e amplitude móvel $MR$

Quando as amostras têm tamanho  $n = 1$ , os gráficos para média e variabilidade anteriormente abordados são substituídos pelos Gráficos de Observações Individuais  $x$  e Amplitude Móvel  $MR$  (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005; MONTGOMERY, 2009).

Medidas individuais não permitem analisar a real variabilidade do processo. Geralmente, nesses casos, a variabilidade é estimada pela amplitude móvel de duas observações consecutivas pela fórmula:

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|$$

Para a elaboração do gráfico  $x$ , estimam-se a média  $\mu$  e o desvio-padrão  $\sigma$  do processo respectivamente por:

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

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

onde,  $\overline{MR}$  é a média das  $(m - 1)$  amplitudes móveis, isto é,

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=2}^m MR_i}{m-1}$$

O gráfico de controle de observações individuais  $x$ , levando em consideração o intervalo de confiança  $\pm 3\sigma$ , estabelece seus limites em:

$$LSC_x = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LIC_x = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

Assim, no gráfico de amplitude móvel  $MR$ , a linha central e os limites são obtidos por:

$$LSC_{MR} = D_4 \overline{MR}$$

$$LC = \overline{MR}$$

$$LIC_{MR} = D_3 \overline{MR}$$

Os valores das constantes  $d_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$  dependerão da dimensão considerada para a amplitude móvel. Geralmente, emprega-se  $n = 2$ , o que implica em  $d_2 = 1,128$ ,  $D_3 = 0$  e  $D_4 = 3,267$ . Os valores para  $n > 2$  encontram-se na tabela do Anexo A.

Salienta-se que a análise desse conjunto de gráficos deve ser feita com muita cautela, pois como as amplitudes móveis são correlacionadas, existe a possibilidade dessa característica induzir o aparecimento de padrões não aleatórios no gráfico  $MR$ . Assim, como alternativa, recorre-se à análise minuciosa do gráfico de controle para medidas individuais  $x$  que necessariamente deve ser elaborado com a condição de normalidade dos dados.

## 2.8 Gráficos de Controle Especiais

Os gráficos de controle tradicionais de Shewhart, abordados até o momento, não são muito sensíveis a pequenos deslocamentos na média do processo. Sendo assim, os gráficos de controle especiais apresentados nessa seção são indicados para detectar mudanças inferiores a 1,5 desvios-padrão na média do processo.

### 2.8.1 Gráfico de Controle de Somas Cumulativas (CUSUM)

Uma alternativa para detectar pequenas variações no processo é utilizar o Gráfico de Controle de Somas Cumulativas – CUSUM (Cumulative Sum) (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005; MONTGOMERY, 2009), que é baseado na soma acumulada das amostras do processo em análise, de modo que, cada novo ponto plotado no gráfico contém informações da sequência de pontos anteriores. Salienta-se que, para Montgomery (2009), o gráfico CUSUM é especialmente eficaz para amostras de tamanho  $n=1$ .

Conforme Costa, Epprecht e Carpinetti (2005), o gráfico CUSUM utiliza informações de várias amostras que, à medida que são selecionadas, acumulam os desvios de  $\bar{x}$  em relação ao valor-alvo  $\mu_0$ , gerando a estatística  $S_i$ :

$$S_i = \sum_{j=1}^m (\bar{x}_j - \mu_0)$$

onde  $\bar{x}_j$  representa a média da  $j$ -ésima amostra de tamanho  $n \geq 1$ .

Os mesmos autores explicam que o processo permanece sob controle, em torno do valor-alvo  $\mu_0$ , quando os desvios positivos  $\bar{x} > \mu_0$  são compensados por desvios negativos  $\bar{x} < \mu_0$  e a estatística  $S_i$  oscila, aleatoriamente, em torno de zero. No entanto, uma tendência crescente ou decrescente da estatística  $S_i$  indica variação na média do processo, o que de acordo com Montgomery (2009), justifica a busca por causas especiais.

Há duas maneiras de representar o gráfico CUSUM, pelo gráfico CUSUM tabular ou a forma da máscara V do CUSUM, atualmente pouco utilizada.

O gráfico CUSUM tabular, também conhecido por Algoritmo CUSUM, ou gráfico de status do CUSUM, trabalha acumulando desvios de  $\mu_0$  que estão acima do alvo, com uma estatística  $S_i^+$ , e desvios de  $\mu_0$  que estão abaixo, com uma estatística  $S_i^-$  (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005). Os CUSUMS unilaterais superior e inferior ( $S_i^+$  e  $S_i^-$ , respectivamente) são calculados pelas equações abaixo:

$$S_i^+ = \max\{0, x_i - (\mu_0 + K) + S_{i-1}^+\}$$

$$S_i^- = \min\{0, (\mu_0 - K) - x_i + S_{i-1}^-\}$$

Nessas equações  $S_0^+ = S_0^- = 0$  e  $K$  é o valor de referência, que deve ser aproximadamente a metade do valor da magnitude do deslocamento da média  $\mu_0$ . Estima-se  $K$  por:

$$K = \frac{|\mu_0 - \mu_1|}{2}$$

onde  $\mu_0$  (valor-alvo) e  $\mu_1$  (valor da média).

O gráfico CUSUM tabular é elaborado pela plotagem de  $S_i^+$  e  $S_i^-$  versus o número da amostra. O intervalo de decisão  $H$ , que de acordo com Montgomery (2009) é razoavelmente fornecido por  $5\sigma$ , também é plotado no gráfico CUSUM. Se uma amostra for superior ao intervalo  $H$ , o processo está fora de controle e aconselha-se implantar ações corretivas para melhorar o processo. O local em que o ponto fora de controle ocorreu é indicado pelo contador  $N^+$  que fornece o número de períodos em que  $S_i^+$  ficou acima de zero, ou então pelo contador  $N^-$  que fornece o número de períodos em que  $S_i^-$  ficou abaixo de zero.

### 2.8.2 Gráfico de Controle da Média Móvel Excepcionalmente Ponderada (EWMA)

Assim como o gráfico CUSUM, o Gráfico de Controle da Média Móvel Excepcionalmente Ponderada (EWMA) é indicado quando se quer detectar pequenas perturbações na média do processo (MONTGOMERY, 2009; POZZOBON, 2001). Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2005), o gráfico EWMA também é geralmente indicado para observações individuais.

O gráfico EWMA é definido pela equação:

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)z_{i-1}$$

onde  $0 < \lambda \leq 1$  é uma constante e o valor inicial (exigido como primeira amostra em  $i = 1$ ) é o valor-alvo do processo, de modo que  $z_0 = \mu_0$ .

A variância da variável  $z_i$  é dada por:

$$\sigma_{z_i}^2 = \sigma^2 \left( \frac{\lambda}{2 - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}]$$

Assim, o gráfico de controle EWMA pode ser elaborado pela plotagem de  $z_i$  versus o número da amostra  $i$  ou versus o tempo. A linha central e os limites de controle para o gráfico EWMA são:

$$LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)[1 - (1-\lambda)^{2i}]}$$

$$LC = \mu_0$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)[1 - (1-\lambda)^{2i}]}$$

onde  $L$  é a largura dos limites de controle e  $\lambda$  é o fator de ponderação.

O termo  $[1 - (1 - \lambda)^{2i}]$  se aproxima de 1 à medida que  $i$  cresce. Deste modo os limites tenderão para:

$$LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)}$$

$$LC = \mu_0$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)}$$

Observa-se que  $L$  é estabelecido em múltiplos de sigma, geralmente  $3\sigma$ . Porém, segundo Montgomery (2009), quando  $\lambda$  for pequeno é vantajoso reduzir a largura dos limites  $L$  para 2,6 até 2,8. Já a regra para a escolha de  $\lambda$  é utilizar valores menores para detectar pequenas variações.

Montgomery (2009) explica que o gráfico EWMA é geralmente usado para observações individuais. No entanto é possível aplicá-lo em amostras  $n > 1$ , basta substituir  $x_i$  por  $\bar{x}_i$  e  $\sigma$  por  $\sigma_{\bar{x}} = \sigma\sqrt{n}$  nas equações anteriores.

## 2.9 Gráfico de Controle para atributos

Em certas ocasiões a qualidade de um produto não pode ser avaliada por meio de características mensuráveis (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005; MONTGOMERY,

2009). Nesses casos, parte-se para o monitoramento de uma característica de qualidade discreta (atributo), a qual poderá ser classificada em conforme ou não-conforme.

Alguns exemplos de gráficos de controle para atributos são mais populares, dentre eles:  $p$ ,  $np$ ,  $c$  e  $u$ .

### 2.9.1 Gráficos de Controle $p$

O gráfico de controle  $p$ , também conhecido por gráfico de controle para a proporção de não-conformes (ou fração de não-conformes), serve para monitorar processos cujos itens produzidos classificam-se em defeituosos ou não-defeituosos, conformes ou não-conformes.

Esse gráfico é baseado na distribuição binomial. Assim sendo, explica Montgomery (2009), supõe-se que o processo é estável de tal modo que  $p$  é a probabilidade de ocorrência de uma unidade não-conforme e que as unidades produzidas, sucessivamente, sejam independentes. Cada unidade produzida é uma variável aleatória com distribuição Bernoulli. Se uma amostra aleatória de  $n$  unidades do produto for selecionada e se  $D$  for o número de unidades do produto não-conformes, então a distribuição binomial de  $D$  com parâmetros  $n$  e  $p$  é:

$$P\{D = x\} = \binom{n}{x} (1 - p)^{n-x} \quad x = 1, 2, 3 \dots n$$

A proporção de não-conformes é dada pela “razão entre o número de itens não-conformes em uma população e o total de itens naquela população” (MONTGOMERY, 2009, p.178). Consequentemente, a proporção amostral é definida por:

$$\hat{p} = \frac{D}{n}$$

Pela distribuição binomial,  $\hat{p}$  tem parâmetros  $\mu = p$  e  $\sigma_p^2 = \frac{p(1-p)}{n}$ .

Considerando  $\pm 3\sigma$  usuais em torno da proporção de não-conformes, temos os seguintes limites de controle para a verdadeira proporção de não-conformes  $p$ :

$$LSC = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$LC = p$$

$$LIC = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Esses limites são válidos somente quando se conhece a verdadeira proporção de não-conformes  $p$ , ou então, quando se dispõe de um valor-padrão estipulado para  $p$ . Porém, caso se desconheça o valor de  $p$ , o mesmo é estimado por  $\hat{p}$  com base na média de 20 ou 25 amostras de tamanho  $n$ . Os limites de controle para a proporção estimada são:

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LC = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

### 2.9.2 Gráficos de Controle $np$

O gráfico de controle  $np$  é também chamado de gráfico de controle para o número de não-conformes. Seu objetivo central é revelar o número de defeitos observados na amostra, similarmente ao gráfico  $p$ . Caso não se disponha de um valor padrão  $p$  o mesmo é estimado por  $\bar{p}$  com propósito de determinar os limites de controle:

$$LSC = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$LC = np$$

$$LIC = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

### 2.9.3 Gráficos de Controle $c$

O gráfico de controle  $c$  acompanha o número total de defeitos (não-conformidades) em uma unidade específica (subgrupo), denominada de unidade de inspeção. Em geral, esse



gráfico é desenvolvido para o monitoramento de amostras de tamanho constante e segue a distribuição de Poisson:

$$p(x) = \frac{e^{-c} c^x}{x!} \quad x = 0, 1, 2 \dots$$

Neste caso,  $x$  representa o número de não-conformidades e  $c > 0$  o parâmetro da distribuição de Poisson. Por regra, sabe-se que  $c$  é a média e a variância da distribuição de Poisson. Tais afirmações implicam nos seguintes limites de controle:

$$LSC = c + 3\sqrt{c}$$

$$LC = c$$

$$LIC = c - 3\sqrt{c}$$

Observa-se que os limites apresentados são utilizados em gráficos de controle para não-conformidades quando é conhecido o padrão  $c$ . Mas, como na maioria das vezes esse parâmetro é ignorado e,  $c$  é estimado por  $\bar{c}$ , temos:

$$LSC = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LC = \bar{c}$$

$$LIC = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

#### 2.9.4 Gráficos de Controle $u$

O Gráfico de controle para o número de não-conformidades por unidade, gráfico  $u$ , monitora o número de não-conformidades por unidade produzida. Similar ao gráfico  $c$ , o gráfico  $u$  é útil quando a amostra for composta por mais de uma unidade (MONTGOMERY, 2009).

Conforme elucidam Costa, Epprecht e Carpinetti (2005), no gráfico  $u$  o número de defeitos (não-conformidades)  $C_i$  de cada amostra é dividido pelo número de unidades inspecionadas na amostra  $n_i$ :

$$u_i = \frac{C_i}{n_i}$$

$C_i$  é uma variável aleatória de Poisson e a linha média e os limites de controle do gráfico  $u$  são:

$$LSC = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LC = \bar{u}$$

$$LIC = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

## 2.10 Capacidade do processo

Os gráficos de controle constituem a principal técnica de análise da capacidade de um processo, de acordo com Montgomery (2009). Inicialmente, estuda-se o gráfico de controle plotado com o propósito de avaliar a estabilidade do processo, que está associada à presença ou ausência de causas especiais. No caso do processo ser classificado como instável, uma intervenção para a eliminação das causas especiais faz-se necessária. Após a remoção dos fatores assinaláveis do processo, novos limites de controle são ajustados e elabora-se um novo gráfico. Essas duas fases consecutivas se repetem até que a análise do gráfico indique estabilidade do processo.

Quando finalmente o processo for considerado sob controle estatístico, inicia-se o estágio de avaliação do grau de capacidade do processo. Nesse caso, a capacidade do processo será avaliada por meio de índices específicos, como  $C_p$  e  $C_{pk}$ . Tais índices quantificam a capacidade do processo em atingir as especificações pré-estabelecidas (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005).

A análise da capacidade do processo deve ser estimada com cautela, pois, salienta Montgomery (2009), somente um processo estável é capaz de fornecer índices de capacidade confiáveis.

No quadro 2 encontram-se algumas aplicações, defendidas por Montgomery (2009, p. 221), que justificam a análise da capacidade do processo.

1. Predizer até que ponto o processo é capaz de produzir dentro das especificações.
2. Auxiliar na seleção ou intervenção de um processo.
3. Auxiliar a estabelecer um intervalo entre as amostras usadas no monitoramento de um processo.
4. Especificar exigências de desempenho para um equipamento novo.
5. Selecionar entre vendedores concorrentes.
6. Planejar a sequência de processos quando há um efeito interativo de processos sobre as especificações.
7. Reduzir a variabilidade em um processo de fabricação.

Quadro 2 – Aplicações da análise da capacidade do processo.

### 2.10.1 Índice $C_p$

O índice  $C_p$  é conhecido por estimar a capacidade potencial do processo, expressa pela seguinte razão:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Em que:  $LSE$  = limite superior de especificação e  $LIE$  = limite inferior de especificação.

Deve-se cuidar para não confundir os limites de especificação do processo com os limites de controle. Esses últimos são baseados nos limites naturais de tolerância, usualmente estipulados em  $\pm 3\sigma$  em torno da média, enquanto que os primeiros são externos ao processo e poderão ser determinados por engenheiros de produção ou até mesmo por clientes.

Uma restrição para o uso de  $C_p$  diz que o processo deve estar centrado entre os limites de especificação, pois o mesmo não considera esse pressuposto na sua interpretação.

### 2.10.2 Índice $C_{pk}$

Esse índice mensura a capacidade efetiva (real) do processo e considera a variabilidade do processo, bem como a localização da média. Tal grandeza é obtida por:

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right\}$$

Uma regra usualmente utilizada para a interpretação deste índice diz que: se  $C_{pk} \geq 1,33$  o processo é capaz de atender as especificações,  $1 \leq C_{pk} \leq 1,33$  significa razoavelmente capaz e  $C_{pk} < 1$ , o processo é incapaz (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2005).

O índice  $C_{pk}$  também é utilizado no caso do processo ter limites de especificação unilaterais, isto é, possuir apenas limite de especificação superior ou inferior. Isso ocorre quando o valor-alvo é igual à média do processo, que em termos práticos significa  $C_p = C_{pk}$ .

Por fim, conclui-se que um processo pode estar sob controle mesmo sendo pouco capaz. Apesar da presença de causas especiais reduzirem a capacidade do processo, não existe relação direta entre estabilidade e capacidade, afirmam Costa, Epprecht e Carpinetti (2005).

### **3 UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO COLETIVA (UANs)**

Neste capítulo apresenta-se a revisão de literatura acerca das Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs). Com o objetivo de fundamentar o desenvolvimento desse trabalho, a unidade está dividida nas seguintes seções: 3.1 Introdução, 3.2 Caracterização e História da Alimentação Coletiva, 3.3 Organização das Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs), 3.4 O controle de qualidade nas UANs, 3.5 O problema do desperdício de alimentos, 3.6 Resto-Ingesta e 3.7 O Custo do desperdício.

#### **3.1 Caracterização e história da alimentação coletiva**

No ramo da alimentação há uma divisão entre as refeições feitas em casa e as refeições feitas fora de casa (PROENÇA et al., 2008). De acordo com Hering et al. (2005), o ato de alimentar-se fora de casa recebe a classificação de alimentação coletiva ou alimentação comercial, ambas denominadas de Unidade Produtora de Refeições (UPR). Esse estudo abordará restritamente as unidades de alimentação coletiva.

Proença (1999, 2000) conta que, historicamente no Brasil, os serviços de produção e distribuição de alimentos para coletividades sadias recebiam a denominação de Serviço de Alimentação e Nutrição (SAN) e para coletividades enfermas de Serviço de Nutrição e Dietética (SND). Atualmente, em ambas as situações, a denominação empregada é Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN), definida por Ribeiro (2002, p. 15) como “áreas de produção de refeições, isto é, [...] estabelecimentos que trabalham com a única finalidade de comprar, receber e armazenar alimentos in natura ou semi-processados e processá-los, para posterior distribuição de refeições a diferentes tipos de clientela”. Para Abreu, Spinelli e Pinto (2011, p. 35),

UAN é um conjunto de áreas com o objetivo de operacionalizar o provimento nutricional de coletividades. Consiste de um serviço organizado, compreendendo uma sequência e sucessão de atos destinados a fornecer refeições balanceadas dentro dos padrões dietéticos e higiênicos, visando, assim, atender às necessidades nutricionais de seus clientes, de modo que se ajustem aos limites financeiros da Instituição (ABREU; SPINELLI; PINTO, 2011, p. 35).

Mundialmente existem diferentes denominações para referir-se aos restaurantes de coletividades: *Catering* é a denominação inglesa usada nos países europeus, os franceses batizaram os restaurantes coletivos de *restauration collective*, e os americanos preferem o termo *food service*. (PROENÇA, 2000). Observa-se que o termo *catering* é atualmente empregado para as refeições feitas a bordo de aviões, sendo caracterizadas como alimentação coletiva pelo nível de catividade dos comensais (PROENÇA et al., 2008).

As UANs podem localizar-se em diversas áreas: no trabalho, há os refeitórios internos para os funcionários de empresas; na área da saúde, citam-se hospitais, asilos e orfanatos; no ensino, temos unidades de alimentação desde a pré-escola até a universidade (PROENÇA et al., 2008; TEIXEIRA et al., 1990).

Todavia, a história da Alimentação Coletiva é recente. Somente no início do século XX é que os serviços de alimentação para coletividades foram oficialmente reconhecidos, tendo sido decretada a primeira lei francesa que regulamenta os serviços de alimentação e estabelece a necessidade das empresas disporem de um local específico à alimentação dos trabalhadores (PROENÇA, 2000).

Durante a Segunda Guerra Mundial, os restaurantes para coletividades tiveram um aumento na produção devido à necessidade de alimentar as forças armadas e de administrar os problemas causados pela escassez de alimento. Passado esse período, as mudanças ocorridas na sociedade, tais como, escolarização massiva, crescimento industrial, aumento da distância entre o local de trabalho e residência - um reflexo da urbanização -, impulsionaram o desenvolvimento das UANs.

Na década de 80, porém, foi observado um crescimento desacelerado dos restaurantes coletivos. Estabeleceu-se a concorrência com os restaurantes comerciais motivada pelo maior poder aquisitivo dos trabalhadores, pela distribuição de tíquetes-restaurantes - subsidiados pelas empresas empregadoras - e pelo aumento do desemprego, além da diminuição da taxa de natalidade que acarretou na diminuição do número de estudantes nas escolas (PROENÇA, 2000).

De acordo com Proença (2000), a história da instalação dos restaurantes de coletividades no Brasil segue a linha da história mundial. A industrialização, que trouxe a população rural para o perímetro urbano, a ocupação da mão-de-obra feminina, as manifestações trabalhistas são fatos que geraram as primeiras preocupações com a saúde do trabalhador brasileiro, inclusive com sua alimentação.

A obrigatoriedade das empresas com mais de 500 funcionários instalarem um refeitório interno foi sancionada pelo Decreto- Lei 1.228 de 02 de maio de 1939. Na mesma

época foi criado o Serviço de Alimentação da Previdência Social (SAPS), segundo Proença (2000, p. 88), “com o objetivo de ‘promover a progressiva racionalização dos hábitos alimentares do trabalhador brasileiro’”. Vários foram os restaurantes administrados pelo SAPS, dentre esses, havia um localizado na União Nacional dos Estudantes (UNE), considerado o primeiro restaurante voltado para o ensino universitário no Brasil (PROENÇA, 2000).

Em 1941, a Companhia Siderúrgica Nacional desenvolveu um plano de alimentação aos seus trabalhadores, sendo o primeiro empreendimento industrial de grande porte. Seis anos mais tarde, o Serviço Nacional da Indústria (SESI) e o Serviço Social do Comércio (SESC), inauguraram as suas primeiras cozinhas industriais. A cozinha do SESI tinha por meta fornecer refeições que seriam transportadas aos trabalhadores de indústrias, já a do SESC mantinha um refeitório central destinado aos comerciários.

O subsetor saúde foi beneficiado com unidades de alimentação em hospitais na década de 40. E o subsetor ensino foi fortemente favorecido com o Programa de Merenda Escolar, implantado em 1954. Cerca de dez anos mais tarde, a diminuição das doações feitas por organismos internacionais ao programa fez com que o governo fornecesse um estímulo às empresas alimentícias a fim de suprir as necessidades de merenda escolar.

Em 1983, foi criado o Programa Nacional de Alimentação Escolar que

visa ‘proporcionar a todos os estudantes da pré-escola e do primeiro grau, matriculados na rede oficial de ensino e entidades filantrópicas, um complemento nutricional diário, durante o período das atividades escolares’, abrangendo 15% das necessidades nutricionais diárias de crianças de quatro a catorze anos (PROENÇA, p. 90, 2000).

A Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro, marcou o início dos Restaurantes Universitários (RU) no Brasil ao manter restaurantes para estudantes e funcionários de algumas escolas e faculdades. Nos anos 70, os RU desenvolveram-se graças a alguns fatores:

(a instalação de *campi* universitários afastados dos centros urbanos) a exemplo do ocorrido com relação aos estabelecimentos industriais, aumentou o trajeto e o tempo gasto entre casa e universidade, dificultando a utilização de restaurantes comerciais e a alimentação no próprio domicílio. Acrescenta-se, ainda, que um grande número de estudantes universitários não é oriundo das cidades nas quais se localizam as universidades, não dispondo, portanto, de uma estrutura domiciliar que contribua para a alimentação (PROENÇA, p. 90, 2000).

A Lei 6.321 de 14 de abril de 1976 criou o Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT), o qual concede subsídios às empresas que fornecerem alimentação aos seus funcionários. Em contrapartida, a empresa deve observar os padrões de qualidade, e o usuário entra com uma taxa de até 20% sobre o valor da refeição (AMARAL, 2008; PROENÇA, 2000).

Em meados dos anos 70, surgem as primeiras empresas especializadas em alimentação coletiva, chamadas de concessionárias de alimentação e representadas inclusive por grandes multinacionais. Já no fim da década de 80 chegam ao Brasil equipamentos importados específicos à produção de alimentos em massa, principalmente os relativos à cocção de alimentos, impulsionando assim, o desenvolvimento da alimentação coletiva.

### **3.2 Organização das Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN)**

A gestão de uma UAN pode ser do tipo autogestão ou do tipo concessão (ABREU; SPINELLI; PINTO, 2011; PROENÇA, 2000). No sistema de autogestão, a própria empresa é responsável por todo o processo de produção e fornecimento de refeições saudáveis e equilibradas aos trabalhadores. Já no sistema tipo concessão, a empresa terceiriza os serviços de alimentação contratando uma concessionária de alimentação (cozinhas industriais) para cuidar da produção alimentícia.

As Unidades de Alimentação e Nutrição desenvolvem atividades fins ou atividades meio. Os serviços prestados por UANs de hospitais e centros de saúde, por exemplo, classificam-se em atividades fins, pois colaboram com o objetivo final da entidade que é o de recuperar o paciente (HERING et al., 2005; TEIXEIRA et al., 1990;). No caso das UANs de instituições de ensino e indústrias, as atividades desenvolvidas têm o objetivo de colaborar indiretamente com a realização da atividade fim, por exemplo, diminuindo a evasão escolar ou reduzindo o número de acidentes nas idas e vindas ao trabalho, assim sendo caracterizam-se como atividades meio.

Um dos objetivos primordiais das UANs é o fornecimento de refeições nutricionalmente equilibradas, com bom nível de sanidade e adequadas às necessidades do comensal (HERING et al., 2005; PROENÇA, 1999). Para as mesmas autoras, o ambiente físico da UAN no que diz respeito à higiene, instalações e equipamentos, assim como a



relação entre os colaboradores e os comensais, são fatores importantes na apuração da satisfação dos usuários. Em paralelo, Akutsu et al. (2005, p. 278) complementa que “uma UAN sempre deve visar à melhoria dos serviços prestados, por meio de um planejamento competente, de um conhecimento aprofundado dos processos executados e da disseminação do conceito de alimentação saudável”.

Em uma UAN, devido às características próprias e limitadoras do processo de produção, é importante que os profissionais tentem antecipar as necessidades alimentares do comensal. Os usuários de uma UAN, dito comensais, são cativos quando se encontram em creches e escolas de educação básica, prisões, orfanatos ou ainda empresas isoladas. Mas no caso da UAN se localizar no local de trabalho ou em universidades, o comensal é tido como relativamente cativo. A diferença entre ambos é que o comensal é considerado cativo ou não cativo de acordo com o seu poder de decidir pelo local em que se alimenta, o qual é fortemente influenciado por fatores como as atividades diárias ou estado de saúde do comensal (PROENÇA, 2000).

Um fluxograma resumindo as subdivisões do setor alimentício fora de casa é encontrado na Figura 5.

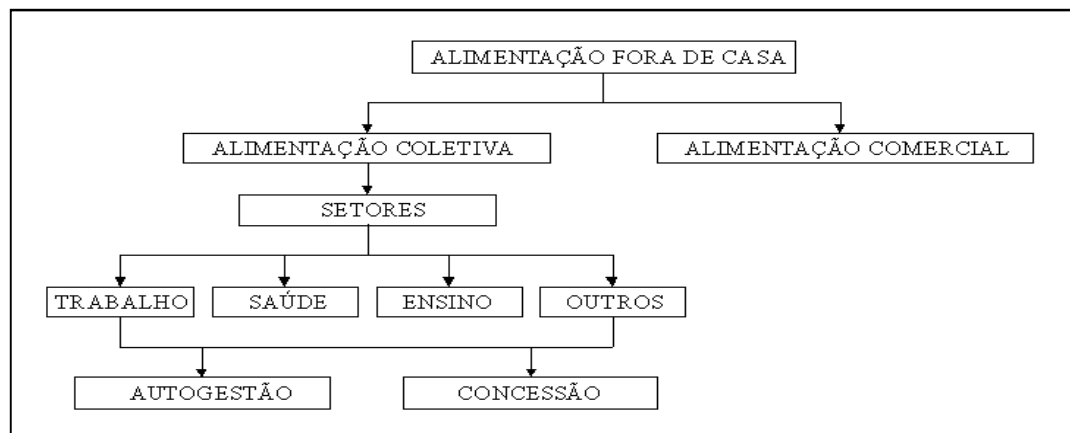


Figura 5- Subdivisões do setor de alimentação fora de casa

Fonte: Proença, 2000, p.26.

### 3.3 Controle de Qualidade nas UANs

Existem aspectos tangíveis e intangíveis de qualidade a serem atingidos por uma UAN. A apresentação das preparações e as condições físicas do estabelecimento são metas de qualidade tangíveis. Em compensação, fatores como expectativa, preferência, percepções do cliente, são intangíveis. A qualidade total depende da combinação dos aspectos tangíveis e intangíveis (ABREU; SPINELLI; PINTO, 2011).

Para Ricardo, Moraes e Carvalho (2012), a qualidade de uma refeição dependerá da matéria-prima utilizada, da higiene dos utensílios e da higiene dos funcionários do restaurante, tal como do controle de temperatura dos alimentos. Não obstante, Amaral (2008) completa, a maneira como os funcionários que trabalham na produção de refeições, ditos manipuladores de alimentos, executam suas tarefas e cumprem suas rotinas pode influenciar no desperdício e nas despesas orçamentárias.

Nesse sentido, a implantação de normas adequadas à preparação dos alimentos e aos locais onde tais alimentos são preparados e distribuídos é fundamental para a obtenção de qualidade nos Serviços de Alimentação (SILVA JUNIOR, 2012). O Manual de Boas Práticas de Fabricação (MBPF), preconizado pela legislação, objetiva a padronização das tarefas na área de alimentos. As Boas Práticas de Fabricação (BPF) visam assegurar a qualidade dos alimentos e a saúde do cliente através da implantação de normas corretas para a produção de refeições em restaurantes, afirmam Abreu, Spinelli e Pinto (2011). Cada UAN deve elaborar o seu manual de técnicas operacionais ou Manual BPF, indica Silva Júnior (2012).

Há também os Procedimentos Operacionais de Padronização (POPs) que determinam padrões a serem seguidos objetivando melhorias no processo de produção. No Brasil, conforme esclarecem Abreu, Spinelli e Pinto (2011, p. 156-157), adotou-se a definição de POP como “procedimento escrito de forma objetiva que estabelece instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos”. Os mesmos autores explicam que há POPs específicos à padronização de higienização dos utensílios e instalações do restaurante, manejo dos resíduos, controle de pragas, seleção de matérias-primas, entre outros. É necessária a elaboração de uma planilha para o registro de todos os POPs, cujo conteúdo pode constar como anexo ao Manual de Boas Práticas de Fabricação da unidade de alimentação (ABREU, SPINELLI, PINTO, 2011).

Além do exposto acima, Abreu, Spinelli e Pinto (2011) defendem o uso do receituário-padrão como um valioso instrumento de controle de qualidade que possibilita o planejamento das operações, o cálculo do rendimento das preparações e seu porcionamento, e ainda a previsão de custos. Os referidos autores apresentam a seguinte definição para receitas padrão, ou fichas Técnicas de Preparo (FTP) como são mais conhecidas:

são fórmulas escritas para produzir um item alimentar em quantidade e qualidade especificadas para uso num determinado estabelecimento. Esse item deve apresentar as quantidades e qualidades exatas dos ingredientes juntamente com a sequência exata da preparação e serviços (ABREU, SPINELLI E PINTO, 2011, p 123).

A necessidade de definir a quantidade de refeições a ser produzida justifica-se de modo a evitar sobras e rejeitos alimentícios. Não obstante, além de obter uma estimativa mais precisa do número de usuários, faz-se indispensável definir o *per capita* dos alimentos, o qual garante, conforme Amaral (2008, p. 24), “o equilíbrio dos cardápios, orienta na previsão de compras e requisições, facilita o cálculo do custo por refeição servida e funciona como parâmetro para o controle do desperdício de alimentos”.

Por entender-se que em uma UAN, a falta de qualidade pode estar relacionada à presença de desperdício de alimentos, abordar-se-á com mais detalhes essa questão no próximo tópico.

Enfatiza-se ainda que o controle de qualidade nos Serviços de alimentação é fundamental para assegurar a saúde do consumidor, tendo em vista que o alimento mal armazenado, higienizado de forma incorreta, preparado muito antes do consumo, entre outros fatores, expõe o indivíduo a agentes patogênicos, causadores de doenças (BATISTA, 2008). Além de diminuir os riscos de doenças de origem alimentar, a UAN que dispõe de um efetivo controle de qualidade ganha em produtividade, qualidade dos serviços, diminuição de desperdícios e custos reduzidos, afirma Bradacz (2003).

### **3.4 O Problema do desperdício de alimentos**

De acordo com Vaz (2006), desperdiçar é o mesmo que extraviar o que pode ser aproveitado em prol de uma pessoa, de uma empresa ou da própria natureza. Na produção de

refeições, o desperdício de matéria-prima acontece em todas as etapas desde a colheita até as etapas de transporte, comercialização e armazenagem.

Na própria indústria de alimentação coletiva, o desperdício pode ocorrer em todas as etapas do pré-preparo e preparo, muitas vezes devido à falta de planejamento na hora de adquirir a mercadoria, ou ainda, devido às sobras de alimentos que não foram disponibilizadas aos comensais, aos alimentos desprezados pelos usuários e as perdas ocorridas durante a elaboração da refeição.

Assim, ao definir a quantidade de alimentos a ser produzida, Ricarte et al. (2008) esclarece que o nutricionista responsável deve levar em consideração o número de comensais, o cardápio do dia e a estação climática, pois esses são alguns fatores que podem induzir ao desperdício.

O fator de correção definido por Ornellas (1995) como o índice que determina a relação entre o peso bruto (alimento in natura) e o peso líquido (alimento pronto para o consumo), também pode ser útil na identificação dos excessos de perdas, defende Ribeiro (2002). Ornellas (1995) ainda complementa que cada Serviço de Alimentação deve ter uma tabela com o seu próprio fator de correção dos alimentos, a fim de proporcionar maior segurança na aquisição da matéria-prima.

De acordo com Silva e Ueno (2009) a existência de um nutricionista é notável quando medido a quantidade de sobras nos restaurantes, pois esse profissional aplica seus esforços na diminuição dos resíduos alimentares. Segundo o Conselho Federal de Nutricionistas (CFN), é dever do profissional atuante na área de alimentação coletiva “implantar e supervisionar o controle periódico das sobras, do resto-ingestão e análise de desperdícios, promovendo a consciência social, ecológica e ambiental” (CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTA, 2005, p 12).

O desperdício pode ser caracterizado, por exemplo, pela quantidade de sobras prontas e pelos restos desprezados pelos usuários. Ambos os itens serão especificados a seguir.

#### 3.4.1 Sobras de alimentos

Sobra é definida por Silva Júnior (1995, p. 361) como “todo excedente de alimento industrializado, “in natura”, pré-preparado ou pronto para o consumo que não foi utilizado no

dia de sua preparação”. Resumidamente, para Ricarte et al. (2008, p.161), “definem-se sobras limpas como alimentos prontos que não foram distribuídos”.

Alguns tipos de preparação alimentar permitem seu armazenamento para uso no dia seguinte, desde que sejam observadas condições específicas de armazenagem. Salienta-se que esse reaproveitamento de sobras é exclusivamente feito com sobras limpas, monitoradas quanto ao tempo e temperatura de armazenamento a fim de impossibilitar o crescimento microbiano e as doenças associadas (CARMO, LIMA, 2011). Porém, nem toda a sobra de alimento poderá ser guardada. Sobras alimentares com características que não permitem o armazenamento são descartadas.

É extremamente importante que a quantidade de sobras esteja dentro dos limites de segurança estabelecidos pela UAN (AUGUSTINI et al., 2008), o que de acordo com Vaz (2006) tem tolerância percentual de até 3% ou de 7 à 25 gramas por pessoa. Para tanto, Ribeiro (2002) sustenta a afirmação de que é fundamental registrar a quantidade de perdas, nesse caso específico das sobras, a fim de incentivar campanhas de redução de desperdício e outras medidas de racionalização. A ênfase é para restaurantes *self-service*, pois de acordo com Silva e Ueno (2009), esses estabelecimentos são os responsáveis pela maior quantidade de sobras de alimentos.

#### 3.4.2 Restos de alimentos

O resto é “todo excedente da preparação que não ficou sob controle” (SILVA JÚNIOR, 1995, p. 361), isto é, não foram atendidas todas as normas de segurança definidas nas Boas Práticas, nos Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) e no sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Vaz (2006) conceitua: resto é a quantidade de alimento devolvida no prato ou bandeja pelo cliente.

De acordo com Bello e Spinelli (2011, p. 5) “o tamanho do prato ou a quantidade e tamanho das vasilhas utilizadas, talheres e pegadores, podem induzir os clientes a se servirem de uma quantidade maior que a possibilidade de consumo, gerando restos”.

O resto traz impacto não somente econômico, mas também pode refletir a falta de integração com o cliente, afirma Ricarte et al. (2008). Segundo o autor, em restaurantes que cobram por quilograma não há restos, isto porque, o comensal sabe a quantidade que precisa comer. Sendo assim, Hirschbruch (1998) adverte que controlar a quantidade de restos é mais

difícil do que efetuar o controle de sobras, devido à variação diária na relação cliente e produto.

Bradacz (2003) salienta ainda que se o reaproveitamento de sobras é baixo, o reaproveitamento de restos não existe. Isso significa que o desperdício, caracterizado pelo resto, indica indiscutivelmente alimento bom jogado no lixo.

### **3.5 Resto-ingesta**

“O resto-ingestão é a relação entre o resto devolvido nas bandejas pelo comensal e a quantidade de alimentos e preparações oferecidas, expressa em percentual” (RICARTE et al., 2008, p. 161). São considerados aceitáveis índices de resto ingestão inferiores a 10%, em coletividades sadias, e de até 20%, em coletividades enfermas, afirma Teixeira et al. (1990).

Para Maistro (2000), controlar o resto-ingesta (ou resto-ingestão) é fundamental visto que influencia no equilíbrio de nutrientes e calorias ingeridas pelo comensal, bem como, no custo total proveniente da elaboração do cardápio. Conforme Vaz (2006), o índice de resto-ingesta é um indicador do desperdício de uma Unidade Produtora de Refeições, o qual, de acordo com Maistro (2000), permite adequar as sobras alimentares às reais necessidades de consumo, a porção conforme a preparação e a aceitação do cardápio. Esse último item vai de encontro a um dos principais objetivos das UANs: proporcionar uma alimentação balanceada e nutritiva ao seu usuário (BRADACZ, 2003).

### **3.6 O custo do desperdício**

Não basta oferecer refeições saudáveis e equilibradas, Amaral (2008) frisa que as UPRs devem zelar pela segurança higiênica das preparações, do ambiente físico e de pessoal, precisam controlar o desperdício de matéria-prima e adequar-se aos custos previamente estabelecidos. Em relação ao custo, observa-se que no gerenciamento de uma UAN, este é um dos parâmetros para os processos de decisão. Alguns dos custos gerados na prestação de

serviços ao consumidor, citados por Abreu, Spinelli e Pinto (2011), são custos provenientes dos restos deixados por clientes e custos provenientes das reclamações feitas pelo usuário.

Ribeiro (2002) e Kimura (2003) explicam que os gastos com os gêneros alimentícios são os que causam maior impacto financeiro no montante final, apesar de, na maioria das vezes, esse fato não ser reconhecido. Nessa linha, Kimura (2003) expõe que o fato de destacar os custos com a matéria-prima permite verificar a influência deste no custo final. Os custos com a matéria-prima podem ser de origem alimentar (gêneros alimentícios) ou não alimentar (materiais descartáveis, produtos de higiene e limpeza).

De acordo com a Constituição Federal do Brasil, artigo 74, é dever do governo “avaliar os resultados, quanto à eficácia e eficiência, da gestão orçamentária, financeira e patrimonial nos órgãos e entidades da administração federal, bem como da aplicação de recursos públicos por entidades de direito privado”. Sendo assim, os gestores das Instituições de Ensino Superior (IES) públicas e privadas devem zelar pela aplicação eficiente dos recursos públicos em seus centros de ensino e órgãos subordinados, como é o caso dos Restaurantes Universitários.

Resumidamente, Ribeiro (2002, p.20) explica que “identificar os problemas financeiros e operacionais, além de torná-los comparáveis a índices reais e mínimos é uma necessidade vital das UANs atuais, a fim de transformar perdas em ganhos”. Nesse contexto, destaca-se um problema operacional extremamente oneroso: o desperdício de alimentos. Afinal, salienta Bradacz (2003), quanto mais alimento bom para consumo for para o lixo, maior é o custo com a produção desperdiçada. Isso significa perda de dinheiro como resultado da má qualidade em uma UAN.

Ao visar o controle financeiro a partir da redução do desperdício é necessário conhecer que fatores contribuem para o surgimento do resíduo alimentar. Assim, como possíveis fatores responsáveis pelo desperdício cita-se o planejamento impreciso do número de refeições, a apresentação dos alimentos preparados, o *per capita* inadequado, a falta de treinamento dos funcionários (HIRSCHBRUCH, 1998). Já Parisenti et al.(2008) questiona a influência da qualidade da matéria-prima, das variações no cardápio, dos utensílios utilizados para servir as refeições, e também do treinamento dos funcionários, no aumento do desperdício.

Para Abreu, Spinelli e Pinto (2011) uma maneira simples e eficiente de combater o desperdício, é disponibilizar, nas UANs, um profissional capacitado para prever o rendimento de cada preparação, identificar a preferência alimentar do consumidor e obter o *per capita* de cada alimento. Do mesmo modo, Hirschbruch (1998, p. 13) acrescenta a importância da

padronização dos serviços por meio da “elaboração de rotinas e procedimentos técnicos operacionais, treinamento da equipe, monitoramento das atividades através de *check-list*, análises microbiológicas, conferência de temperatura dos alimentos e equipamentos, e manutenção dos registros”.

O controle de estoque também é importante para evitar o desperdício. De acordo com Hazelwood e McLean (1994), nos locais destinados ao armazenamento de mercadorias devem ser observadas as condições de limpeza, ventilação, temperatura e luminosidade, rotatividade de estoque, entre outras, a fim de evitar-se a deterioração dos produtos. Ainda, a estrutura física da UAN, conforme aconselha Lippel (2002), deve permitir a separação de alimentos semi preparados e de produtos in natura, como tática para combater o desperdício.

Como remate para a discussão, Sogumo et al. (2005, p.6) apresenta uma consideração distante do caráter econômico, mas relevante pela natureza social e ecológica: “a redução do desperdício de alimentos é uma questão importantíssima do ponto de vista ambiental, num mundo que produz mais alimentos do que necessita e ainda assim não alimenta a todos”.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo contém a descrição de materiais e métodos utilizados no desenvolvimento dessa pesquisa, assim como a caracterização do campo de estudo.

### 4.1 Caracterização da UAN

Essa pesquisa refere-se a um estudo de caso, de abordagem quantitativa, realizada em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Santa Maria, a UFSM foi fundada em 1960, pelo professor José Mariano da Rocha Filho. A sede principal da universidade está localizada no bairro Camobi, onde se realizam a maior parte das atividades acadêmicas e administrativas. Algumas atividades acontecem no centro da cidade de Santa Maria, no antigo prédio da Administração Central e no antigo Hospital Universitário. A UFSM dispõe ainda de campi em Frederico Westphalen, Palmeira das Missões e Silveira Martins, além de Cachoeira do Sul que está em fase de instalação.

Atualmente, frequentam a UFSM mais de 27.000 estudantes de ensino médio, graduação e pós-graduação, 2.800 técnico-administrativos e 1.900 docentes. Do total de membros da comunidade acadêmica, mais de 7.000 utilizam-se do Restaurante Universitário (RU) para realizar ao menos uma das principais refeições (café, almoço e jantar).

O RU é um órgão suplementar da UFSM, pertencente a Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) e, portanto, se configura como um dos benefícios concedidos pelo Programa de Assistência Estudantil. Por tratar-se de um restaurante vinculado a uma Instituição de Ensino Superior (IES) e seus usuários serem considerados parcialmente cativos, o RU contempla a definição de uma UAN.

Diariamente o RU produz e distribui cerca de 6.500 almoços, 800 jantares e 700 desjejuns à comunidade acadêmica da UFSM, composta por alunos, servidores técnico-administrativos e docentes.

A estrutura física do restaurante dispõe das seguintes instalações:

- RU Campus – Refeitório I: Esse refeitório dispõe de todo equipamento necessário à produção alimentícia, sendo o maior de todas as unidades. Nele são produzidas as refeições que atendem aos três refeitórios do restaurante, além de desenvolver atividades administrativas e de recebimento e estocagem da matéria-prima. Junto a este refeitório estão instaladas a Unidade Administrativa do RU, o setor de Nutrição, o setor de Almoarifado e o setor de Produção.
- RU Campus – Refeitório II: Esse refeitório tem em sua estrutura três bufês e dispõe de quatrocentos lugares, servindo apenas o almoço.
- RU Centro - Atende a comunidade acadêmica nas três refeições. Com exceção do desjejum que é preparado junto à unidade, as demais refeições são produzidas no Refeitório I e transportadas em contêineres térmicos até esse refeitório.

De acordo com as definições apresentadas por Abreu, Spinelli e Pinto (2011), o sistema de distribuição de alimentos do RU é um sistema misto, sendo assim caracterizado por ter uma parte das refeições produzida e distribuída no mesmo local (centralizada) e outra parte distribuída em local distinto da cozinha onde se produziu a refeição (descentralizada).

Para atender com qualidade a toda a comunidade universitária, o RU atua das 04:30h às 20:30h, de segunda a sábado, além de disponibilizar alimentos in natura aos estudantes beneficiados pela moradia estudantil nos domingos, feriados, férias, recessos escolares e paralisações.

O cardápio padrão do RU é composto por dois pratos principais, uma guarnição, dois tipos de salada, uma sobremesa e suco.

O processo tradicional de produção de refeições é aquele no qual as refeições são consumidas no mesmo local e no mesmo dia em que são preparadas, devendo ser mantidas até o momento de consumo a uma temperatura maior ou igual a 65° C. Caracteriza-se por utilizar uma grande quantidade de alimentos em estado bruto, conseqüentemente com prazo de validade de utilização pequeno, procedendo a todas as etapas de pré-preparo e preparo. O processo consiste em confeccionar, em um intervalo de tempo relativamente curto, uma grande quantidade de preparações bem definidas, respeitando as limitações relacionadas à perecibilidade da matéria-prima e custo de funcionamento, bem como um plano de trabalho coerente para operadores (PROENÇA, p. 52, 2000).

As atividades de recebimento, pré-preparo, cocção e distribuição de alimentos são diárias, organizadas conforme o planejamento do Setor de Nutrição. Amaral (2008) explica que as atividades dos restaurantes para coletividades podem ser divididas em anteriores, durante e subsequentes à produção de refeições.

A aquisição dos gêneros alimentícios, utensílios e materiais de higiene e limpeza é feita através de licitação. Já o recebimento da mercadoria é organizado conforme especificado no quadro 3.

<b>Periodicidade</b>	<b>Gênero</b>
Diariamente	Pães Leite Carnes Hortifrutícolas
Semanalmente	Gêneros não perecíveis Materiais de limpeza Materiais descartáveis
Mensalmente	Utensílios

Quadro 3 – Periodicidade do recebimento de mercadorias no RU.

A equipe de trabalho do Restaurante Universitário é composta por nutricionistas, técnicos em nutrição, auxiliares de almoxarife, cozinheiros, auxiliares de cozinha, copeiros, auxiliares de limpeza, assistentes administrativos, estagiários dos cursos de nutrição e de relações públicas.

Para atender a demanda de refeições, o RU conta com cerca de 150 funcionários distribuídos entre os três refeitórios. A maioria desses profissionais atua na produção e manipulação de alimentos durante o período de almoço, visto que se refere ao período de maior produtividade do restaurante.

A administração do RU é de competência da UFSM, embora muitos de seus funcionários sejam contratados por empresa terceirizada.

#### **4.2 Coleta dos dados e organização das variáveis**

A fim de quantificar o desperdício de alimentos no RU da UFSM, foram apurados os índices de desperdício em relação a 25 cardápios produzidos e oferecidos pelo RU durante o

mês de outubro de 2013, em seus três refeitórios, restringindo-se ao período de almoço visto que se refere ao período com maior número de refeições servidas.

Diariamente, os colaboradores informam ao Setor de Nutrição os rendimentos e sobras das preparações, em número de cubas. O Setor de Nutrição anota os dados em planilhas específicas com o principal objetivo de prever o rendimento de seus cardápios. Nesse estudo, para poder estimar o peso da refeição distribuída ao usuário do RU, utilizou-se dessas planilhas, disponibilizadas pelo Setor de Nutrição, bem como de uma tabela contendo o peso médio da cuba para cada preparação.

Assim, com base em Augustini et al. (2008), obteve-se o peso da refeição distribuída aos comensais por meio da pesagem de uma cuba de cada preparação, sendo descontada a tara da cuba (nesse caso particular, o peso da cuba por preparação já era estimado pela tabela). Admitindo-se que todas as cubas da mesma preparação continham o mesmo peso, somaram-se os pesos obtidos, o que resultou na quantidade de alimentos distribuída. Para a obtenção da quantidade de alimento servida pelo usuário, descontou-se o peso das sobras limpas da quantidade de alimentos distribuída.

O peso dos restos, composto pelo alimento desprezado pelos comensais e as perdas do pré-preparo e preparo das refeições, é obtido através da pesagem dos cestos de lixo, sendo descontado o peso do cesto. O total de restos também é registrado diariamente em planilha exposta no setor de produção do RU. Para esse estudo, considerou-se apenas o resíduo alimentar gerado pelo usuário interno e externo do RU.

É importante frisar que, para se obter o peso da refeição distribuída e não consumida (resto), os resíduos devem ser coletados excluindo-se ossos, cascas, descartáveis, entre outros que não constituem resíduo alimentar.

Resumidamente, as variáveis até aqui abordadas e outras necessárias ao estudo foram obtidas por meio das seguintes expressões:

Peso da refeição distribuída (servida)

*Peso da refeição distribuída (kg): Quantidade produzida (kg) - Sobras prontas (kg)*

Consumo *per capita* por refeição

*Per capita por refeição (kg) = Quantidade distribuída (kg) / número de usuários*

Índice de resto-ingesta

*% de resto-ingesta = Resto (kg) x 100 / Quantidade distribuída (kg)*

*Resto per capita*

$$\text{Resto per capita (kg)} = \text{Resto (kg)} / \text{número de usuários}$$

E por fim, de acordo com Vaz (2006), pôde-se obter a quantidade de pessoas que poderiam estar sendo alimentadas com desperdício do usuário.

Número de pessoas alimentadas com o resto acumulado

$$\text{Pessoas alimentadas com o resto acumulado} = \text{Resto (kg)} / \text{Per capita da refeição (kg)}$$

Além dessas variáveis, para obter a estimativa do custo médio da refeição foram registrados a quantidade e o preço de cada item *in natura* utilizados no preparo das refeições. Para tanto, utilizou-se das requisições de saída expedidas pelo Setor de Nutrição ao Setor de Almoxarifado, bem como do custo médio do item gerado pelo Sistema de Informações Educacionais (SIE). No Anexo B, encontra-se um modelo das planilhas elaboradas durante a coleta de dados. Não obstante, dados como o número diário de usuários e registros do desperdício nos refeitórios II e Centro foram fornecidos pelo Setor de Contabilidade.

Por fim, destaca-se que todos os dados coletados no RU foram organizados em planilhas eletrônicas do Excel.

### 4.3 Análise estatística dos dados

Após uma análise exploratória e descritiva do banco de dados, verificou-se a aderência dos dados de desperdício à distribuição normal por meio do teste Shapiro-Wilks, considerando-se um nível de 5% de significância.

Com base no resultado do teste, procedeu-se a elaboração dos Gráficos de Controle para medidas individuais  $x$ , do Gráfico CUSUM e do Gráfico EWMA, por meio do Software Estatística (versão 9.1).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise descritiva dos dados

Inicialmente realizou-se uma análise descritiva dos dados coletados no Restaurante Universitário referente a outubro de 2013. Neste período, o RU serviu 121.634 refeições aos seus usuários externos (alunos, técnico-administrativos e docentes) e 2.350 refeições aos usuários internos (estimativa de refeições servidas aos funcionários). Na figura 6, é possível visualizar o número médio de refeições distribuídas por dia da semana, na qual se constata que a terça-feira, a quarta-feira e a quinta-feira apresentam a maior demanda de usuários, contrastando com o sábado quando a frequência de usuários reduz visivelmente.

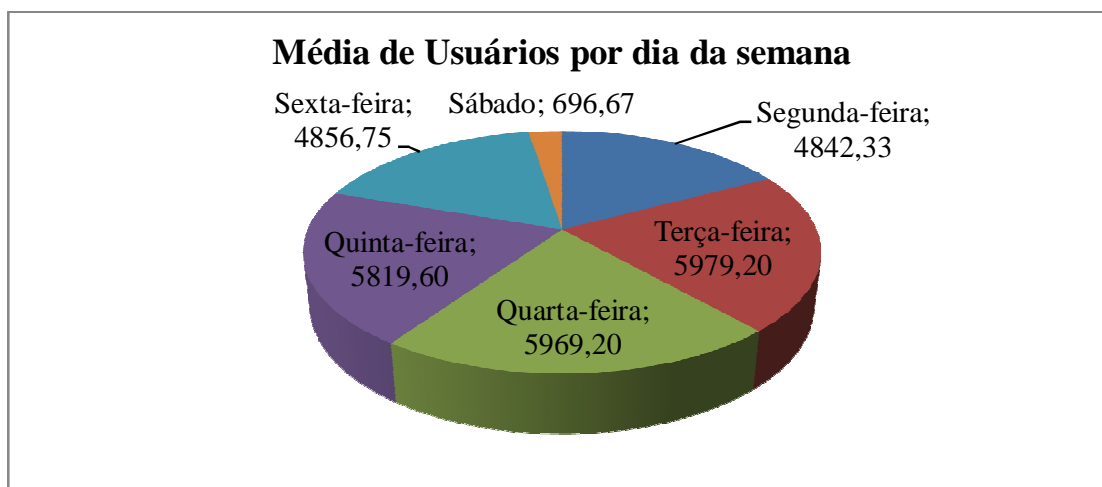


Figura 6 - Número médio diário de usuários do Restaurante Universitário por dia da semana, em outubro de 2013.

Ao descrever o comensal do RU, constata-se que o maior percentual é de alunos de graduação, seguido de alunos de Pós Graduação e alunos de Ensino Médio (tradicional ou técnico), conforme tabela 1. Percentuais muito reduzidos são de alunos FIC (bolsistas) e voluntários. Os servidores técnicos administrativos e docentes também frequentam o RU, porém em menor número, não tendo muita representatividade perante o número de usuários total (3,94%).

Destaca-se que não há controle da quantidade de almoços servidos aos funcionários do restaurante, sendo os números da tabela 1, estimativas feitas com base nas escalas de trabalho e no dia da semana. Foram considerados que 70 funcionários almoçam no Campus I, 20 no Campus II e 10 no Centro, de segunda à sexta-feira, e que, no sábado são servidos aos funcionários 40 almoços no Campus I e 5 no refeitório do Centro.

Tabela 1 – Distribuição dos usuários do RU quanto ao tipo de vínculo com a universidade.

VÍNCULO	REFEITÓRIO			TOTAL	%
	RU Campus	RU Campus II	RU Centro		
<b>Aluno de Ens. Médio</b>	3881	2290	259	6430	5, 15%
<b>Aluno de Graduação</b>	53535	32581	9339	95455	76, 44%
<b>Aluno de Pós Graduação</b>	5494	5516	348	11358	9, 10%
<b>Aluno FIC</b>	83	119	0	202	0, 16%
<b>Docente</b>	486	576	36	1098	0, 88%
<b>Externo</b>	3935	41	0	3976	3, 18%
<b>Funcionários RU*</b>	1675	440	235	2350	1, 88%
<b>Técnico Adm. em Educação</b>	1474	1912	438	3824	3, 06%
<b>Voluntário</b>	0	191	0	191	0, 15%
<b>TOTAL</b>	<b>70563</b>	<b>43666</b>	<b>10655</b>	<b>124884</b>	

\* Número diário estimado de almoços servido aos funcionários: 100 de segunda as sextas-feiras e 50 nos sábados.

Na tabela 2, pode-se perceber que a quantidade de restos diária gerada pelo usuário oscilou entre 104,50 kg e 430 kg, com média mensal igual a 240,83 kg e desvio-padrão igual a 79 kg. O desperdício por usuário (comensal) manteve-se entre 30 g e 200 g, sendo que em cinco dias houve uma quantidade de desperdício (resto-ingesta) superior ao indicado pela literatura.

Tabela 2 – Índice de resto-ingesta referente aos 25 almoços servidos em outubro de 2013.

<b>Dia</b>	<b>Quantidade produzida (Kg)</b>	<b>Quantidade distribuída (Kg)</b>	<b>Resto (Kg)</b>	<b>Nº de Usuários</b>	<b>Resto per capita (kg)</b>	<b>% resto-ingestão</b>
01/out	5007,47	4754,82	373,00	6966	0,050	7,84
02/out	3423,00	3220,74	218,00	6757	0,030	6,77
03/out	5072,30	4525,95	270,20	6240	0,040	5,97
04/out	3445,95	3021,45	289,00	5226	0,060	9,56
05/out	892,50	584,45	113,00	654	0,170	19,33
07/out	3849,24	3057,50	200,00	6118	0,030	6,54
08/out	3511,80	3129,80	313,00	6238	0,050	10,00
09/out	4841,60	4363,07	209,00	6533	0,030	4,79
10/out	4388,05	3739,55	248,00	6603	0,040	6,63
11/out	3957,05	3247,55	302,00	5259	0,060	9,30
14/out	3613,65	2035,87	190,00	3244	0,060	9,33
15/out	3092,90	2639,65	430,00	4005	0,110	16,29
16/out	2667,05	2211,90	170,00	3862	0,040	7,69
17/out	3207,07	2968,21	163,00	3810	0,040	5,49
18/out	2017,25	1749,46	179,00	3289	0,050	10,23
19/out	879,10	639,39	104,50	753	0,140	16,34
21/out	4503,20	3625,32	313,00	5165	0,060	8,63
22/out	4091,55	3591,89	325,00	6494	0,050	9,05
23/out	4219,90	3650,80	307,00	6184	0,050	8,41
24/out	4641,25	4144,92	275,00	6287	0,040	6,63
25/out	3525,68	3292,03	236,00	5653	0,040	7,17
26/out	827,10	428,60	136,00	683	0,200	31,73
29/out	3821,40	3363,45	187,00	6193	0,030	5,56
30/out	3135,50	2706,03	220,00	6510	0,030	8,13
31/out	4617,20	4206,43	250,00	6158	0,040	5,94
<b>Média</b>	<b>3489,95</b>	<b>2995,95</b>	<b>240,83</b>	<b>4995,36</b>	<b>0,060</b>	<b>9,74</b>
<b>Desvio-padrão</b>	<b>1229,87</b>	<b>1180,45</b>	<b>79,93</b>	<b>1961,84</b>	<b>0,044</b>	<b>5,81</b>

Conforme explica Teixeira et al. (1990), são considerados aceitáveis percentuais de resto-ingesta de até 10% em coletividades sadias, como é caso da UAN estudada, e de até 20% para coletividades enfermas. Em paralelo, de acordo com Aragão (2005), os índices de resto-ingesta podem ser classificados em ótimo, bom, ruim e inaceitável. Os dias 5, 15, 18, 19 e 26 de outubro apresentaram os maiores índices de desperdício, considerados inaceitáveis



pela classificação de Aragão (2005), quadro 4, embora a média mensal de resto-ingesta tenha sido aceitável, 9,74% com desvio-padrão 3,67 %.

<b>Percentual resto-ingesta</b>	<b>Número de dias</b>	<b>Desempenho</b>
0 a 3%	0	Ótimo
3,1% a 7,5%	10	Bom
7,6% a 10%	10	Ruim
> 10%	5	Inaceitável

Quadro 4 – Desempenho do Índice de resto-ingesta por dia, com base em Aragão (2005).

Caldas et al. (2011), obteve resultados similares ao estudar o índice de resto-ingesta do Restaurante Universitário da Universidade Federal de Belém do Pará. O índice médio apurado nessa UAN foi de 8,61%, sendo considerado aceitável, embora ruim.

Considerando o quadro 4, percebe-se dos dias analisados 10 dias tiveram índices de resto-ingesta classificados em “bom”, de acordo com o que preconiza Aragão (2005), e outros 10 foram classificados como “ruim”. O dia 09 de outubro, quarta-feira, apresentou o menor índice de resto-ingesta: 4,79%. Neste dia, o cardápio servido foi bife acebolado, proteína de soja com champignon, pepino, repolho roxo, cenoura ao molho bechamel, arroz branco e integral, feijão de cor, vinagrete, suco de uva e laranja. Este pode ser considerado um cardápio que satisfaz as preferências do comensal, induzindo-o a ingerir a maior parte da refeição servida.

Em contrapartida, o dia 26 de outubro, sábado, apresentou o maior índice de resto-ingesta do mês (31,73%). O prato principal desse dia foi tatu ao molho, seguido de arroz branco, feijão preto, massa à carbonara, saladas de alface e berinjela, suco de laranja e paçoquinha como sobremesa. Curiosamente, os dias que apresentaram os maiores índices de desperdício foram sábados.

Os resultados encontrados por Ricarte (2008) ao analisar 25 cardápios de um Restaurante Universitário de Fortaleza/CE foram bem próximos aos obtidos nessa pesquisa, houve índices de resto-ingesta classificados como “ruim” em 12 cardápios, 9 classificados como “bom” e 4 classificados em “inaceitável”.

O *per capita* mensal de alimentos ingeridos pelo usuário do RU foi de 0,60kg, a partir do qual se estima que 10.038 pessoas poderiam ter sido alimentadas com a quantidade de comida desperdiçada pelo usuário no mês de outubro de 2013. Vale lembrar que esse número foi estimado pela razão entre o resto alimentar gerado pelo usuário nos três refeitórios abrangidos pelo RU e a média *per capita* no mês de outubro, conforme orienta Vaz (2006).

Por meio da divisão entre o valor gasto para produzir os 25 cardápios e a quantidade total de refeições produzidas em quilogramas pelo RU no mês de outubro, estimou-se um custo médio de R\$ 3,15 por quilograma de alimento. É importante ressaltar que o custo médio foi apurado somente com base no custo do alimento *in-natura*, desconsiderando-se variáveis como: mão de obra, energia elétrica, água potável, materiais descartáveis e permanentes, entre outros que agregam valor econômico as refeições.

Como os serviços prestados pelo RU dependem em quase sua totalidade de subsídios financeiros do governo federal, o desperdício de alimentos também significa desperdício de dinheiro público. Um estudo de caso realizado por Souza e Silva (2011), em um restaurante universitário de uma IFES, revelou que a unidade depende do repasse financeiro para cobrir a maior parte de suas despesas, visto que os recursos auferidos pela venda de créditos são bem inferiores ao custo médio da refeição servida.

## 5.2 Aplicação dos Gráficos de Controle

A aplicação dos gráficos de controle requer a confirmação de alguns pressupostos, como a independência das variáveis e a normalidade da distribuição. Assim, por meio do teste de Shapiro-Wilks, verificou-se que a variável peso do resto gerado pelo usuário do RU segue uma distribuição normal ( $p=0,89$ ) possibilitando dar continuidade à elaboração dos gráficos de controle tradicionais. Do mesmo modo, a distribuição dos pontos da variável índice de resto-ingesta também se aproximou da normal após a retirada dos outliers (pontos superiores a 10%).

Na figura 7, apresentam-se os gráficos de controle para medidas individuais e para amplitude móvel da variável peso do resto. Sendo escassa a literatura acerca de gráficos de controle aplicados em Unidades de Alimentação e Nutrição, optou-se por utilizar os limites tradicionais 3 sigma. A partir da análise do gráfico pode-se verificar que não há evidências da

presença de causas especiais afetando a variabilidade do processo. As 25 observações que compõem a amostra estão plotadas dentro dos limites de controle do gráfico.

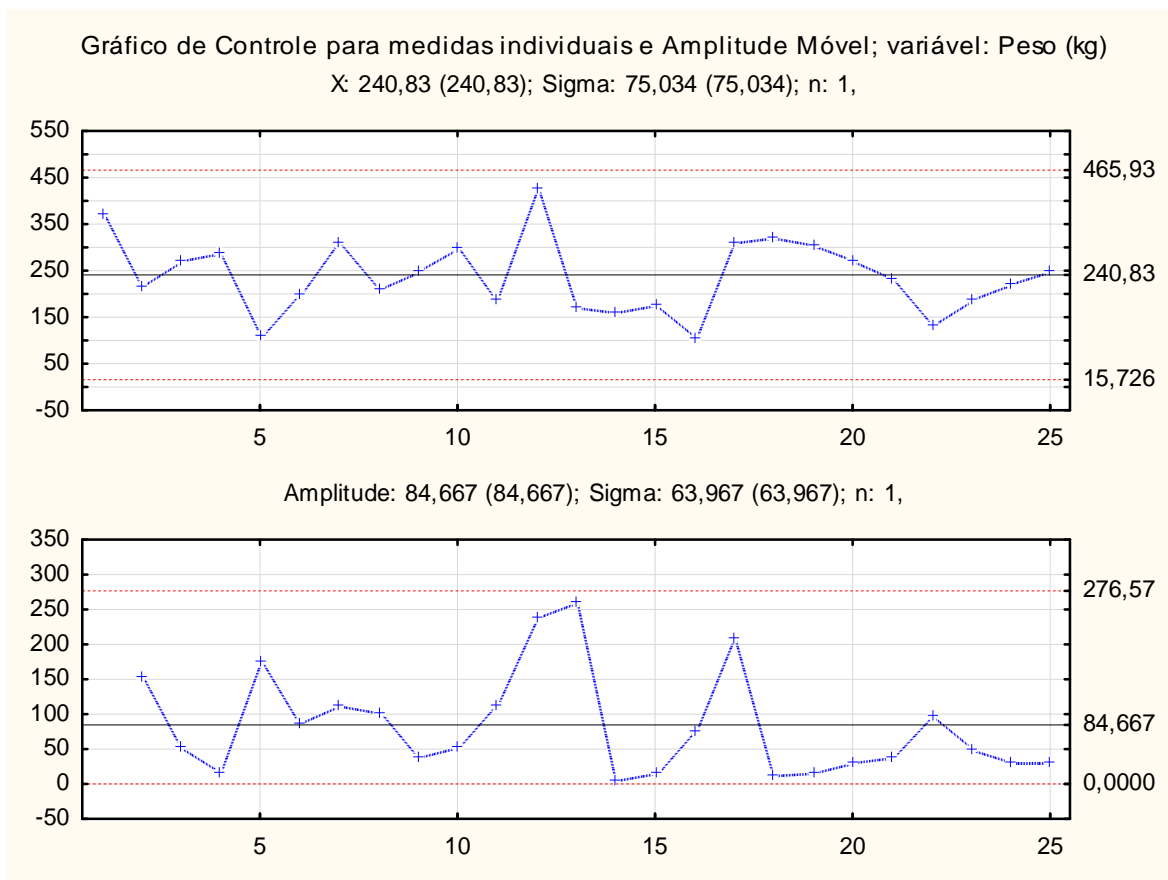


Figura 7- Gráficos de Controle para o peso do resto alimentar gerado pelo usuário do RU no mês de outubro de 2013.

Tendo em vista que o gráfico de controle para medidas individuais não é indicado para detectar pequenas mudanças na média do processo, os dados do peso do resto também foram avaliados a partir da construção do gráfico CUSUM. O gráfico CUSUM é indicado especialmente em casos de amostra  $n=1$ , e quando se procura identificar alterações menores no processo produtivo.

Analisando-se o gráfico CUSUM, visualizado na figura 8, observa-se que os resultados obtidos corroboram com os resultados obtidos pela plotagem do gráfico de controle para medidas individuais, isto é, que não há pontos fora dos limites de controle considerados.

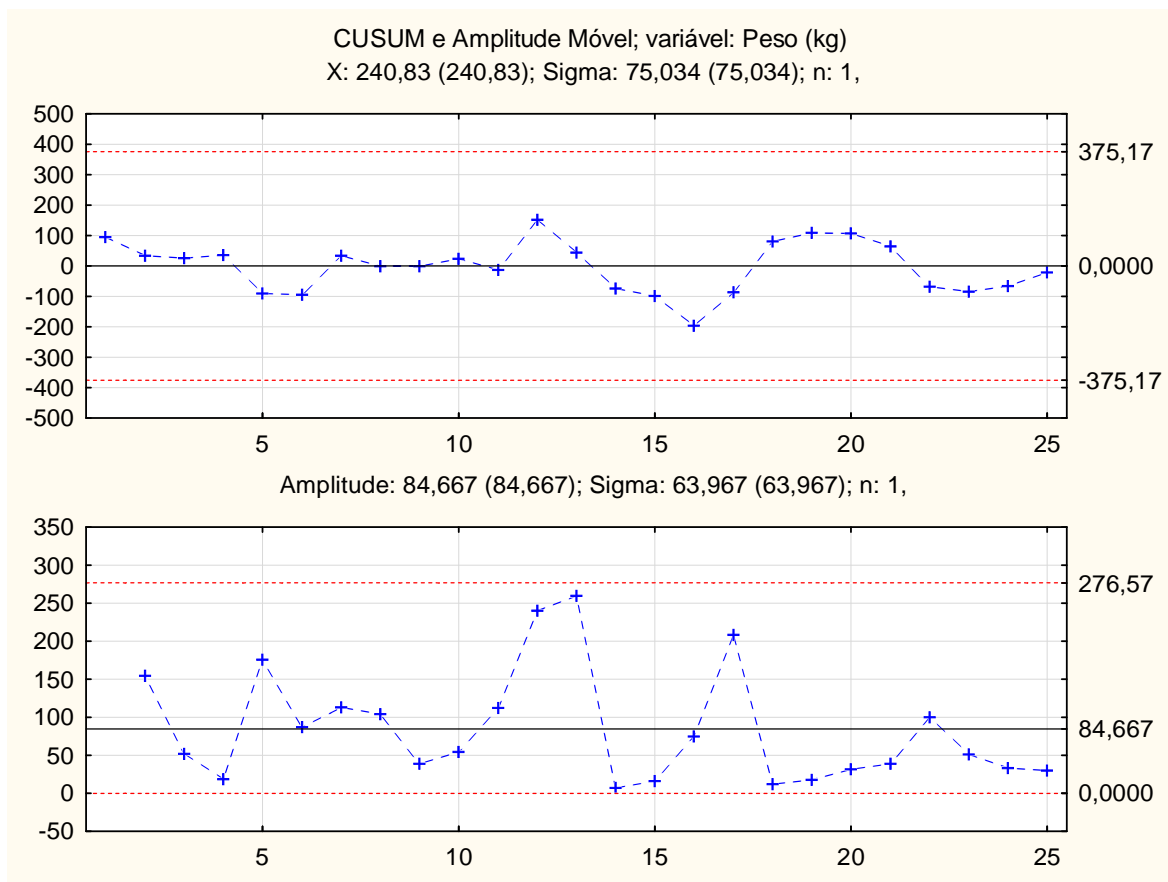


Figura 8 - Gráficos de Controle CUSUM para a variável peso do resto alimentar gerado pelo usuário do RU no mês de outubro de 2013

Na figura 9, apresenta-se o gráfico EWMA, elaborado também para monitorar a variável peso do resto. Assim como o CUSUM, o gráfico EWMA é indicado para detectar pequenas mudanças na média do processo. Neste caso, igualmente, não foram observados pontos fora dos limites de controle considerados, fato que sugere a ausência de causas especiais.

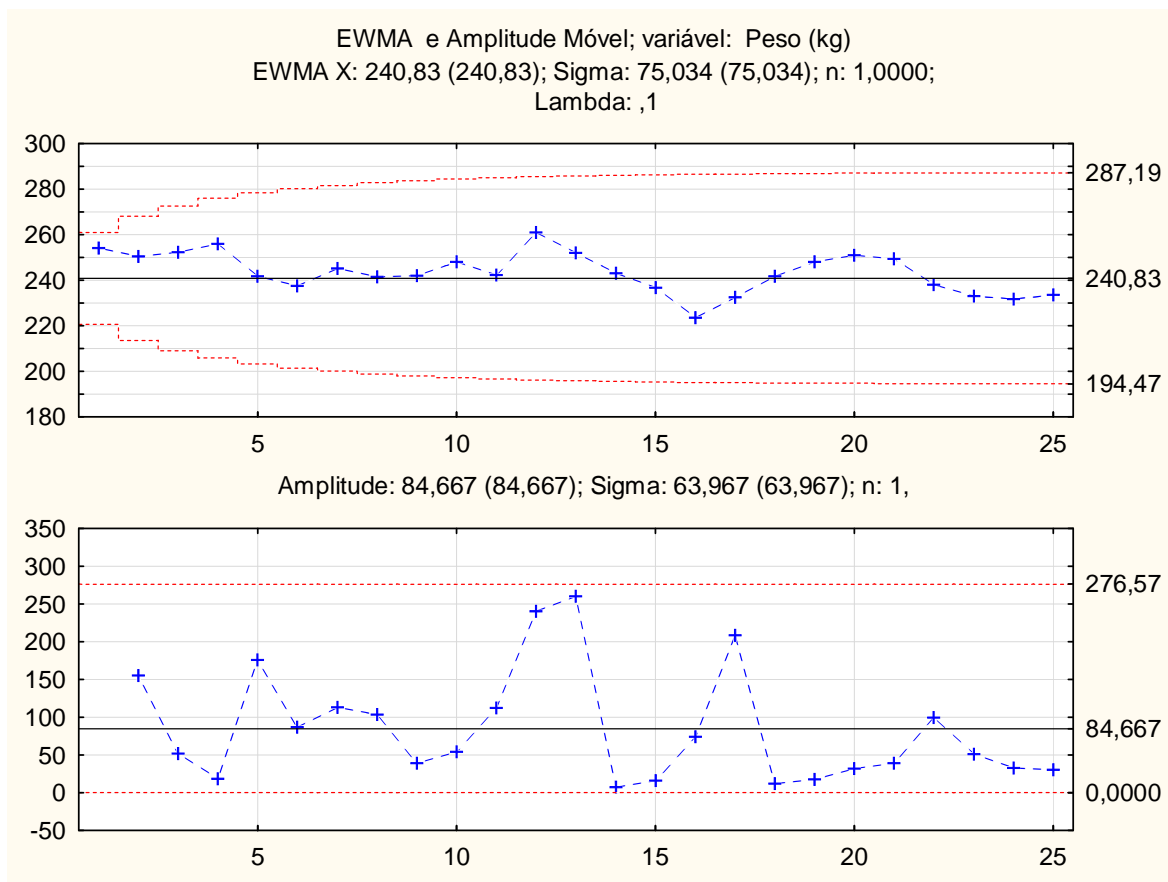


Figura 9 - Gráficos de Controle EWMA com parâmetro  $L= 2,7$  e  $\lambda = 0,1$  para a variável peso do resto alimentar gerado pelo usuário do RU no mês de outubro de 2013.

Os Gráficos de Controle para Medidas Individuais e para Amplitude Móvel da variável índice de resto-ingesta também foram desenvolvidos. No entanto, para atingir o pressuposto de normalidade foi necessário desconsiderar os índices superiores a 10%, inaceitáveis níveis de qualidade em coletividade sadias segundo Teixeira et al. (1990), para o cálculo dos limites de controle. Assim, foram excluídos os pontos referentes aos dias 5, 15, 18, 19 e 26 de outubro do cálculo dos limites de controle do processo.

Na figura 10, é possível visualizar quatro pontos plotados fora dos limites de controle. Apenas um dos pontos retirados para estabelecer os limites do processo, permaneceu dentro dos limites. Deste modo, o Gráfico de Controle para Medidas Individuais para a variável resto-ingesta confirma quatro dos cinco pontos que a literatura havia observado como pontos de intervenção no processo.

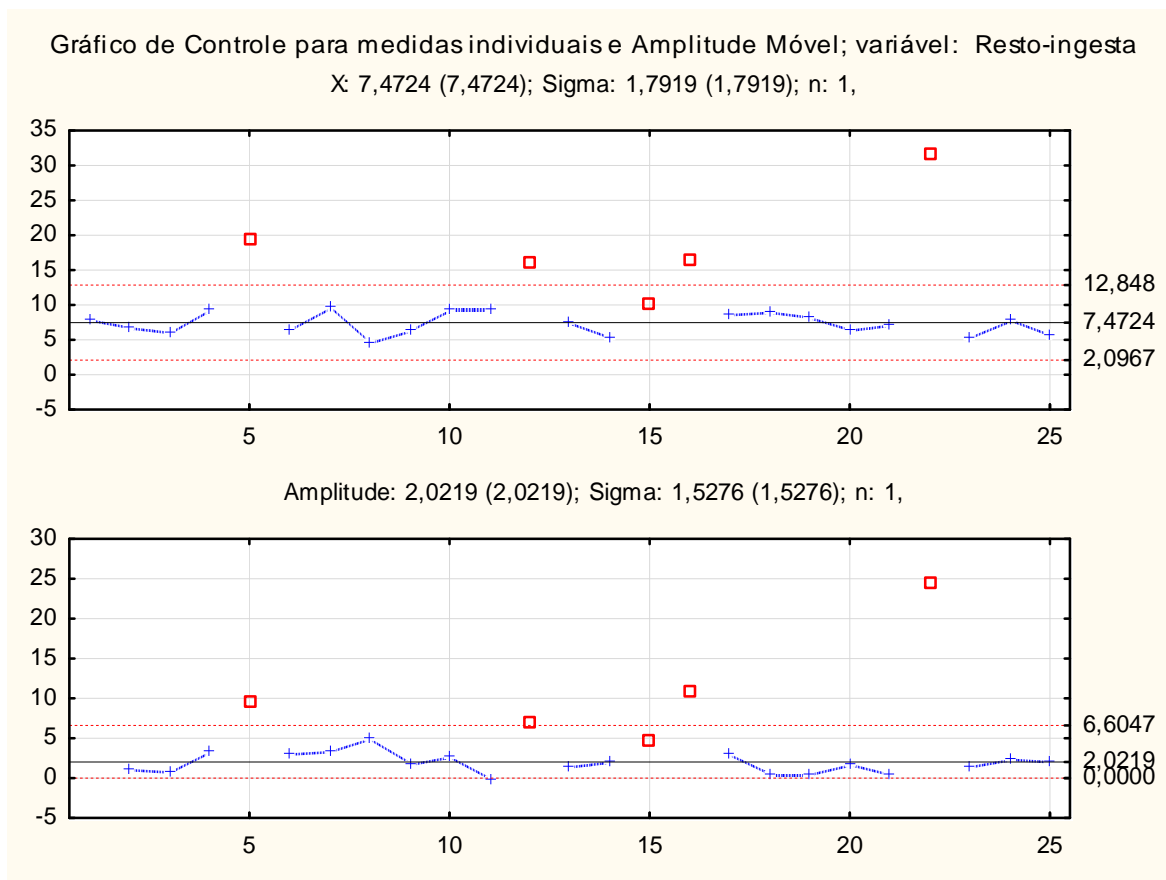


Figura 10- Gráficos de Controle para o índice de resto-ingesta do RU, em outubro de 2013, com base no desperdício do usuário

Dos quatro dias destacados pelo gráfico, três são sábados, o que faz refletir sobre a seguinte questão: que fatores estão presentes exclusivamente nos almoços de sábado e qual é o perfil diferenciado desse usuário? Com base no conhecimento prático, sabe-se de antemão que o usuário que frequenta o restaurante no sábado é estudante carente, provavelmente beneficiado pela moradia estudantil, e que à refeição servida nesse dia, geralmente, traz opções diferentes devido à menor demanda de usuários. Também é possível que o estudante tenha um comportamento diferenciado no sábado, influenciado pela mudança da rotina, por opções de lazer, ou mesmo pela expectativa que um prato diferente gera.

Ao analisar os resultados encontrados, destaca-se a utilização da ferramenta Gráficos de Controle como uma aplicação coerente com a literatura da área e importante auxiliar na seleção dos quatro pontos críticos desse processo. No entanto, na literatura da área de Nutrição, ainda são escassos os trabalhos que utilizam o Controle Estatístico do Processo

como metodologia. Entre esses, encontrou-se o trabalho de Rodrigues e Santos (2008), realizado nas empresas de produção de leite, ficticiamente chamadas de A1 e A2. No referido estudo, os diferentes métodos de controle de qualidade empregados revelaram que a empresa A2 apresenta grande variabilidade no peso das embalagens de leite, sendo que algumas embalagens não-conformes são destinadas ao consumidor. Outro trabalho similar, de autoria de Bortolotti, Souza e Sousa Júnior (2009), apresenta a seguinte questão de pesquisa: qual a quantidade de itens não-conformes produzidos no processo de envase de azeitonas verdes em frascos de vidros de 500 gramas de peso líquido drenado? Por meio da análise do gráfico de controle p, descobriu-se que dos 17 subgrupos analisados, dois estão acima de LSC e seis abaixo de LIC para a proporção de 0,0381 frascos. Em ambos os estudos apresentados, o uso do CEP mostrou resultados possíveis de melhorias.

Ao compararmos tais trabalhos com o presente estudo, observa-se que os resultados aqui obtidos para a variável peso do resto encontram-se dentro do esperado. Todavia, a variável peso do resto varia com o número de refeições servidas, o que pode ter influenciado os resultados. Já a variável índice de resto-ingesta analisada mostrou resultados que requerem ajustes no processo.

O ajuste no processo dependerá da apuração das causas que provocam variação, isto é, excesso de desperdício. Somente com as causas conhecidas é que poderão ser realizadas intervenções proveitosas.

Não obstante, campanhas de conscientização poderão ajudar na redução do desperdício, pois fazem o usuário refletir sobre a sua conduta. Segundo Zimmermann e Mesquita (2011), no ano de 1998, o RU da UFSM já realizou algumas modificações internas a fim de reduzir o desperdício alimentar. As medidas tomadas na época foram à substituição da bandeja em aço inox por pratos de porcelana, a alteração do tipo de serviço para *self-service* e a implantação da campanha “Resto Zero” para a redução do desperdício. A eficiência da campanha é destacada pelas autoras que apuraram a diminuição de restos em novembro de 1998 em relação a outubro do mesmo ano.

## 6 CONCLUSÃO

Os gráficos de controle constituem uma ferramenta útil na avaliação da qualidade de um processo produtivo. No âmbito deste trabalho, a metodologia de gráficos de controle foi empregada no monitoramento do desperdício de gêneros alimentícios do Restaurante Universitário da UFSM, restringindo-se ao alimento desprezado pelo usuário. Os resultados obtidos pela análise dos gráficos permitiram tecer algumas considerações sobre a qualidade das refeições servidas pelo RU, de modo singular, e de uma maneira geral, da percepção do usuário sobre o rejeito alimentar.

A média do desperdício do comensal que frequenta o RU costuma ser alta, revelam os dados do mês de outubro de 2013. Observa-se também uma oscilação existente na quantidade de desperdício, o que indica alguns padrões de preferência alimentar do usuário.

Com base no gráfico de controle para medidas individuais, no gráfico CUSUM, e no gráfico EWMA para a variável peso do resto, o processo se manteve estável. Não houve pontos aquém ou além dos limites de controle estabelecidos para esse processo. No gráfico de controle para medidas individuais destacou-se um ponto que se aproxima do limite superior, o qual analisado com mais rigorosidade pelos gráficos CUSUM e EWMA, mostrou não afetar a estabilidade do processo. Observa-se que os gráficos CUSUM e EWMA costumam ser mais robustos na identificação de pequenas mudanças na média de um processo.

O índice de resto-ingesta do RU, que detectou cinco amostras acima do nível indicado pela literatura, atendeu ao pressuposto da normalidade após a retirada de outliers. Nesse caso, os outliers foram escolhidos considerando os índices superiores a 10% pois, segundo a literatura da área, tais valores são inaceitáveis em coletividades sadias. Após a elaboração dos gráficos de Controle para Medidas individuais, quatro dias permaneceram fora dos limites de controle e requerem averiguação. Destaca-se que três dias de maior desperdício foram sábados.

A quantidade média de alimento desprezado pelo usuário foi de 240,83 kg diário e disso demandam algumas mudanças no comportamento do comensal do RU. Em consonância com essa necessidade de alteração comportamental, o RU desenvolve o Programa Resto Zero que visa conscientizar o usuário sobre a importância de reduzir o desperdício de alimento. Esse programa obtém resultados positivos quando implantado e deve ser realizado frequentemente para alcançar mudanças comportamentais tanto dos usuários do restaurante como dos manipuladores de alimento. Além do programa Resto Zero, o RU pode ampliar as



suas fontes de arrecadação própria, visando diminuir as despesas custeadas pela União, bem como desenvolver a UAN. Outras medidas, como identificar as preferências alimentares do comensal e implantar o sistema de agendamento de refeições tornam-se úteis no gerenciamento da UAN estudada.

Com base nesse trabalho, indica-se a elaboração de gráficos de controle para análise do desperdício em UANs, bem como para outras variáveis envolvidas no Setor Alimentício (tempo, temperatura, distribuição). Tais pesquisas poderão acarretar em melhorias na qualidade do setor, além de proporcionar enriquecimento na literatura que atualmente encontra-se escassa. Ainda, uma iniciativa válida para a continuação desse trabalho é a caracterização do estudante que frequenta o RU nos sábados e sua preferência alimentar.

## BIBLIOGRAFIA

- ABREU, E. S. de; SPINELLI, M. G. N.; PINTO, A. M. de S. **Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer**. 4. ed. Revisada e ampliada. São Paulo: Ed. Metha, 2011.
- AKUTSU, R. C.; BOTELHO, R. A.; CAMARGO, E. B.; SÁVIO, K. E. O.; ARAÚJO, W. C. A ficha técnica de preparação como instrumento de qualidade na produção de refeições. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 277-279, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v18n2/24384.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2013.
- AMARAL, L. B. do. **Redução do Desperdício de Alimentos na Produção de refeições Hospitalares**. 2008. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Gestão Pública) – Faculdade IBGEN, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <[http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sma/usu\\_doc/luciane\\_busato\\_do\\_amaral.\\_tcc.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sma/usu_doc/luciane_busato_do_amaral._tcc.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2013.
- ARAGÃO, M. F. J. **Controle da aceitação de refeições em uma Unidade de Alimentação Institucional da cidade de Fortaleza-CE**. 2005. 78p. Monografia (Especialização em Gestão de Qualidade em Serviços de Alimentação) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.
- AUGUSTINI, V. C. de M.; KISHIMOTO, P.; TESCARO, T. C.; ALMEIDA, F. Q. A. de. Avaliação do Índice Resto-Íngesta e Sobras em Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) de uma empresa metalúrgica na cidade de Piracicaba/SP. **Revista Simbio- Logias**, UNESP, Campus Botucatu, v. 1, n. 1, p. 99-110, mai. 2008. Disponível em: <[http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Educacao/Simbio-Logias/ARTIGO\\_07\\_NUTR\\_avaliacao\\_indice\\_resto-ingesta.pdf](http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Educacao/Simbio-Logias/ARTIGO_07_NUTR_avaliacao_indice_resto-ingesta.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2013.
- BATISTA, A.D. **Características para obtenção de uma Alimentação de Qualidade e bom funcionamento das cozinhas comunitárias**. 2008. Trabalho final (Curso de Formação de Gestores de Cozinhas Comunitárias) - Buritis, MG, 2008. Disponível em: <[plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/procura.php?cod\\_tipo\\_bib=21](http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/procura.php?cod_tipo_bib=21)>. Acesso em: 05 nov. 2013.
- BELLO, M.; SPINELLI, M. G. N. Utilização de Indicadores de qualidade em unidades de alimentação e nutrição e em restaurantes comerciais. In: VII Jornada de Iniciação Científica, 2011, Universidade Presbiteriana Mackenzie. **Anais eletrônicos...**, [S.l.], 2011. Disponível em: <[http://www.mackenzie.com.br/fileadmin/Pesquisa/pibic/publicacoes/2011/pdf/nut/marcela\\_bello.pdf](http://www.mackenzie.com.br/fileadmin/Pesquisa/pibic/publicacoes/2011/pdf/nut/marcela_bello.pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2013.

BORTOLOTTI, S. L. V.; SOUZA, R. A.; SOUSA JÚNIOR, A. F. Análise da qualidade do produto final no processo de envase de azeitonas verdes. In: V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, jul 2009, Niterói, RJ. **Anais eletrônicos...**, Niterói, RJ: UFF, 2009.

Disponível em:

<[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8\\_0119\\_0555.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8_0119_0555.pdf)>.

Acesso em: 23 set. 2013.

BRADACZ, D.C. **Modelo de Gestão da Qualidade para o Controle de Desperdício de Alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CALDAS, A. E. C.; GOMES, M. N.; BATISTA, F. S.; COSTA, M. M.; PANTOJA, P. A.; DIAS, I. A. Avaliação dos Desperdícios de Alimentos em Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) de um Restaurante Universitário na cidade de Belém – PA. **NUTRIRE: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, 11 Congresso Nacional da SBAN, Fortaleza, CE, v 36, n. suplemento, p. 96, jun. 2011. Disponível em:

<<http://www.revistanutrire.org.br/files/v36nSuplemento/v36suplemento.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

CARMO, S. O. do; LIMA, T. P. Avaliação de Sobras Limpas em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) Institucional na cidade de Campo Grande – MS. **Ensaio e Ciência: Ciências Agrárias Biológicas e de Saúde**, v.15, n. 6, 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26024221001>> Acesso em: 14 out. 2013.

CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS. **Resolução CFN Nº380/2005**. 45 p. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.cfn.org.br/novosite/pdf/res/2005/res380.pdf>> Acesso em: 21 dez. 2013.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

DAVIS, M. M; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FERREIRA, E. B.; ELISEI JÚNIOR, L.; MILITANI, V. B. Controle Estatístico de Processo no resfriamento de aves: um estudo de caso. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. Três Corações, MG, v. 9. n. 2, p. 119-128, ago./dez 2011. Disponível em: <<http://revistas.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/196>>. Acesso em: 23 set. 2013.

HAZELWOOD, D.; MCLEAN, A. C. **Manual de Higiene para manipuladores de alimentos**. 1. ed. 2. reimp. Tradução de José A. Ceschin. São Paulo, SP: Livraria Varela, 1994.

HERING, B; SOUSA, A. A. de; PROENÇA, R. P. C.; VEIROS, M. B. **Qualidade Nutricional e Sensorial na Produção de Refeições**. Resumo. 2005. Disponível em: <[http://www.nutricaoempauta.com.br/lista\\_artigo.php?cod=469](http://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo.php?cod=469)>. Acesso em: 16 out. 2013.

HIRSCHBRUCH, M. D. Unidades de Alimentação e Nutrição: desperdício de alimentos x qualidade da produção. **Higiene alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 55, p.12-14, 1998.

KIMURA, A. Y. **Planejamento e Administração de Custos em Restaurantes Industriais**. São Paulo: L. Varela, 2003.

LIPPEL, I. L. **Gestão de Custos em Restaurante utilização do método ABC**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://revista.unibrasil.com.br/index.php/retdu/article/view/33>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

LOPES, L. F. D. **Controle Estatístico de Processo**. Apostila do Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa da UFSM. Santa Maria, RS, 2007.

MAISTRO, L. Estudo do Índice de Resto Ingestão em Serviços de Alimentação. Resumo. **Revista Nutrição em Pauta**. 12 ed., nov./ dez. 2000. Disponível em: <[http://www.nutricaoempauta.com.br/lista\\_artigo.php?cod=123](http://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo.php?cod=123)> Acesso em: 10 jan. 2014.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4. ed. Reimp. Tradução de Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética: seleção e preparo de alimentos**. 6.ed. rev. ampl. Ren. São Paulo: Atheneu, 1995.

PARISENTI, J.; FIRMINO, C. C.; GOMES, C. E. Avaliação de Sobras de Alimentos em Unidade produtora de refeições hospitalares e efeitos da implantação do sistema de hotelaria. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.2, p. 191-194, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/244/239>>. Acesso em: 17 out. 2013.

POZZOBON, E. M. P. **Avaliação do concreto dosado em central por meio dos Gráficos de Controle**. 2001. Monografia (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2001.

PROENÇA, R. P. C. Inovações Tecnológicas na Produção de Refeições: Conceitos e Aplicações Básicas. **Revista Higiene Alimentar**, Florianópolis, v. 13, n. 63, p. 24-30, 1999. Disponível em: <<http://www.nuppre.ufsc.br/wp-content/uploads/2/Higiene-Alimentar-1999.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2013.

\_\_\_\_\_. **Inovação tecnológica na produção de alimentação coletiva**. 2. ed. Florianópolis: Insular, 2000.

\_\_\_\_\_. SOUSA, A. A. de; VEIROS, M. B.; HERING, B. **Qualidade Nutricional e Sensorial na Produção de Refeições**. 1.ed. , 1. reimp. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

RAMOS, A. W. **Controle estatístico de Processo para Pequenos Lotes**. São Paulo: E. Blücher, 1995.

RIBEIRO, C. da S. G. **Análise de perdas em Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) Industriais**: estudo de caso em Restaurantes Industriais. 128 p., 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82680/191792.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 out. 2013.

RIBEIRO, J. L. D.; TEN CATEN, C. **Controle Estatístico do Processo**. Série monográfica Qualidade. Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, 2011.

RICARDO, F. O.; MORAIS, M. P. de; CARVALHO, A. C. M. Controle de tempo e temperatura na produção de refeições de restaurantes comerciais na cidade de Goiânia-GO. **DEMETRA**: Alimentação, Nutrição & Saúde, v. 7, n. 2, p. 85-96. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/3588/2716#.UtVPwvRDt0c>>. Acesso em: 23 set. 2013.

RICARTE, M. P. R.; FÉ, M. A. B. M.; SANTOS, I. H. V. S.; LOPES, A. K. M. Avaliação do Desperdício de Alimentos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição em Fortaleza-CE. **Saber Científico**, Porto Velho, n. 1, p. 158-175, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.revista.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/viewFile/10/ED110>> Acesso em: 09 nov. 2013.

RODRIGUES, R. C.; SANTOS, A. B. Garantia da Qualidade na Indústria Alimentícia com enfoque no Controle Estatístico de Processos. In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP. **Anais eletrônicos...**São José do Rio Preto: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Engenharia de Alimentos, 2008. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxiii\\_cic/fase1.php](http://prope.unesp.br/xxiii_cic/fase1.php)>. Acesso em: 22 dez. 2013.

SILVA JÚNIOR, E. A. da. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Serviços de Alimentação**. 6. ed. atual. 4. reimp. São Paulo, SP: L. Varela, 2012.

\_\_\_\_\_. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Serviços de Alimentação**. 6. ed. 4. reimp. São Paulo: L. Varela, 1995.

SILVA, S. D.; UENO, M. Restaurantes: Estudos sobre o aproveitamento da matéria-prima e impactos das sobras no meio ambiente. **Revista Nutrição em Pauta**. São Paulo, SP, v. 17, n. 94, p. 44-48, jan/fev. 2009.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle estatístico do Processo**. São Paulo: Pioneira, 1997.

SOGUMO, F.; RAMOS, F. W. ; MARANHO, F. M.; SILVA, F. I. Utilização de pratos e bandejas nos restaurantes universitários da Unicamp. 2005. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 1, n. 1, p. 49-55, ago. 2005. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/22/10>>. Acesso em: 17 out. 2013.

SOUZA, F. A. de; SILVA, C. A. T. Análise dos Recursos Públicos aplicados no Restaurante Universitário de uma Instituição Federal de Ensino Superior. **Rev. G. U. A. L.** Florianópolis, v.4, n. 2, p. 01-28, mai./ago. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/viewFile/1983-4535.2011v4n2p01/21993>> Acesso em: 21 abr. 2013.

TEIXEIRA, S. M. F. G.; OLIVEIRA, Z. M. C. de; REGO, J. C. do.; BISCONTINI, T. M. B. **Administração aplicada às Unidades de Alimentação e Nutrição**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1990.

VAZ, C. S. **Restaurantes: controlando custos e aumentando lucros**. 1. ed. Brasília: 2006.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. v. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia, 1995.

ZIMMERMANN, A. M.; MESQUITA, M. O. Campanha Resto Zero em um Restaurante Universitário. **Disc. Scientia**. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 115-125, 2011. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/2011/Saude/11.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2013.

## **ANEXOS**



**Anexo A – Fatores para o cálculo dos limites de controle ( $3\sigma$ ) para os gráficos:  $\bar{x}$ ,  $R$  e  $S$**

n	Gráfico para a Média			Gráfico para o Desvio Padrão						Gráfico para a Amplitude						
	Fatores para os Limites de Controle			Fatores para a Linha Central		Fatores para os Limites de Controle				Fatores para a Linha Central		Fatores para os Limites de Controle				
	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	c <sub>4</sub>	1/c <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	d <sub>2</sub>	1/d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	1,2533	0	3,627	0	2,606	1,128	0,8865	0,953	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	1,1284	0	2,568	0	2,276	1,693	0,5907	0,888	0	4,358	0	2,575
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	1,0854	0	2,266	0	2,088	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	1,0638	0	2,089	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,115
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,0510	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,3946	0,848	0	5,078	0	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	1,0423	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,3698	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	1,0363	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,3512	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	1,0317	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,3367	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,0281	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,3249	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,0252	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,3152	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	1,0229	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,3069	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	1,0210	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,2998	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	1,0194	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,2935	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,0180	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,2880	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	1,0168	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,2831	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,0157	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,2787	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,0148	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,2747	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	1,0140	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,2711	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	1,0133	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,0126	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	0,2647	0,724	1,605	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	1,0119	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,0114	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,0109	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	1,0105	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,2544	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

Para  $n > 25$

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}, A_3 = \frac{3}{c_4\sqrt{n}}, c_4 \cong \frac{4(n-1)}{4n-3}, B_3 = 1 - \frac{3}{c_4\sqrt{2(n-1)}}, B_4 = 1 + \frac{3}{c_4\sqrt{2(n-1)}},$$

$$B_5 = c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}, B_6 = c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$

## Anexo B – Exemplo de levantamento de dados, referente a 01 de outubro de 2013.

Item do cardápio	Preparação	Gênero	Gênero IN NATURA				Rendimento	Custo Rendimento/kg	Sobras Prontas (kg)	Total distribuído (kg)	Desperdício Usuário (kg)	Custo Desperdício Usuário	
			Quantidade	Unid.	Custo/unid	Custo Total							
CARNE	Frango assado	Sobrecoxa de frango	1.496,00	kg	R\$ 5,98	R\$ 8.946,08	823,00	R\$ 10,87	0,00	823,00			
PROTEINA	Proteína de soja com ervilha	Proteína de soja escura	6,00	kg	R\$ 8,93	R\$ 53,58							
		Pimentão verde	0,50	kg	R\$ 4,00	R\$ 2,00							
		Pimentão vermelho	0,50	kg	R\$ 7,67	R\$ 3,84							
		Pimentão amarelo	0,50	kg	R\$ 7,67	R\$ 3,84							
		Tomate	5,00	kg	R\$ 1,60	R\$ 8,00							
		Cebola	3,00	kg	R\$ 2,24	R\$ 6,72							
		Oleo	1,00	und	R\$ 3,24	R\$ 3,24							
		Alho desidratado	0,10	kg	R\$ 20,09	R\$ 2,01							
		Extrato de tomate	2,00	kg	R\$ 2,98	R\$ 5,96							
		Ketchup	0,20	kg	R\$ 1,96	R\$ 0,39							
		Sal	0,16	kg	R\$ 0,69	R\$ 0,11							
		Ervilha	1,00	frasco	R\$ 6,88	R\$ 6,88							
						R\$ 96,56	39,00	R\$ 2,48	3,00	36,00			
SALADA	Salada	Pepino	300,00	kg	R\$ 2,56	R\$ 768,00	190,55	R\$ 4,03	3,09	187,46			
SALADA	Salada	Cenoura	260,00	kg	R\$ 1,79	R\$ 465,40	165,00	R\$ 2,82	0,00	165,00			
GUARNIÇÃO	Polenta ao molho	Farinha de milho	130,00	kg	R\$ 1,02	R\$ 132,60							
		Queijo ralado	3,00	kg	R\$ 16,99	R\$ 50,97							
		Margarina	3,00	kg	R\$ 4,45	R\$ 13,35							
		Sal	6,00	kg	R\$ 0,69	R\$ 4,14							
		Tomate	55,00	kg	R\$ 1,60	R\$ 88,00							
		Amaciante de Carne	2,00	kg	R\$ 7,97	R\$ 15,94							
		Cebola	40,00	kg	R\$ 2,24	R\$ 89,60							
		tempero verde	0,70	kg	R\$ 6,40	R\$ 4,48							
		colorau	0,18	kg	R\$ 3,05	R\$ 0,55							
		óleo de soja	5,00	und	R\$ 3,24	R\$ 16,20							
		extrato de tomate	9,00	kg	R\$ 2,98	R\$ 26,82							
								R\$ 442,65	1.028,00	R\$ 0,43	0,00	1.028,00	
PRATO PRINCIPAL	Arroz Branco	arroz	400,00	kg	R\$ 1,46	R\$ 584,00							
		óleo de soja	28,00	und	R\$ 3,24	R\$ 90,72							
		sal	4,50	kg	R\$ 0,69	R\$ 3,11							
							R\$ 677,83	663,00	R\$ 1,02	91,00	572,00		
	Arroz Integral	arroz integral	54,00	kg	R\$ 2,10	R\$ 113,40							
		tempero completo	2,00	kg	R\$ 4,06	R\$ 8,12							
sal		0,70	kg	R\$ 0,69	R\$ 0,48								
						R\$ 122,00	162,00	R\$ 0,75	0,00	162,00			
PRATO PRINCIPAL 2	Feijão preto	feijão preto	225,00	kg	R\$ 2,85	R\$ 641,25							
		sal temperado	4,00	kg	R\$ 1,82	R\$ 7,28							
		cebola	11,00	kg	R\$ 2,24	R\$ 24,64							
		óleo de soja	5,00	und	R\$ 3,24	R\$ 16,20							
						R\$ 689,37	1.088,00	R\$ 0,63	153,00	935,00			
COMPLEMENTO	Vinagrete	cebola	25,00	kg	R\$ 2,24	R\$ 56,00							
		tomate	45,00	kg	R\$ 1,60	R\$ 72,00							
		óleo de soja	1,00	und	R\$ 3,24	R\$ 3,24							
		sal	1,00	kg	R\$ 0,69	R\$ 0,69							
		vinagre de maçã	5,00	und	R\$ 1,37	R\$ 6,85							
						R\$ 138,78	116,00	R\$ 1,20	0,00	116,00			
SUCO	suco de uva	suco de uva	320,00	kg	R\$ 8,47	R\$ 2.710,40	2.720,00	R\$ 1,00	0,00	2.720,00			
SOBREMESA	sobremesa	gelatina	65,00	kg	R\$ 4,61	R\$ 299,65	442,92	R\$ 0,68	0,00	442,92			
		torrone	50,00	kg	R\$ 1,44	R\$ 72,00	50,00	R\$ 1,44	0,00	50,00			
		banana	240,00	kg	R\$ 2,56	R\$ 614,40	240,00	R\$ 2,56	0,00	237,44			
<b>TOTAL DO DIA</b>						<b>R\$ 16.043,12</b>	<b>7727,47</b>	<b>R\$ 29,91</b>		<b>7474,82</b>	<b>373,00</b>	<b>R\$ 774,39</b>	