

Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um *survey* com indústrias de alimentos de São Paulo

Application of statistical approach in the context of quality management: a study in food industries in the state of São Paulo



Adriana Barbosa Santos¹
Stella Carrara Antonelli¹

Resumo: Nas últimas duas décadas, o crescimento do interesse pela metodologia Seis Sigma intensificou a aplicação da abordagem estatística e de outras abordagens quantitativas com o intuito de melhorar não apenas a qualidade de produtos, serviços e processos, como também aumentar o desempenho organizacional e o processo de tomada de decisão. Este artigo trata da aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade em indústrias de alimentos de médio e grande porte do Estado de São Paulo com o propósito de: identificar quais ferramentas e técnicas estatísticas são mais amplamente empregadas por indústrias do setor para garantir e controlar a qualidade; avaliar a interdependência entre o sucesso da implementação de programas de qualidade e segurança alimentar como Boas Práticas de Fabricação (BPF) e sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e o uso de estatística; e analisar estimativas do grau de relevância do pensamento estatístico e de seus benefícios como ferramenta de melhoria da qualidade. Um *survey* exploratório-descritivo foi realizado e os resultados revelaram que a abordagem estatística começa a ser mais valorizada nas indústrias de alimentos pela relevância de seus benefícios assim como já ocorre em outros setores. Há evidências de que a implantação bem sucedida dos programas de segurança alimentar seja uma condição primordial para o uso efetivo de estatística e de outras abordagens quantitativas.

Palavras-chave: Abordagem estatística. Indústria de alimentos. Gestão da qualidade. Seis Sigma.

Abstract: *Over the last two decades, the increased interest in the Six Sigma methodology has stimulated the use of statistical methods and other quantitative approaches not only to improve product quality, services, and processes, but also for organizational performance and decision making process. This paper examines the application of the statistical approach in the context of quality management in medium and large food industries from São Paulo. The purpose of this paper are: to identify the statistical tools and techniques that have been more widely utilized in quality management in the food industry; to evaluate the relationship between the use of these statistical tools and the implementation of quality and food safety programs, such as the Good Manufacturing Practices and Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP); and to evaluate the relevance degree of the benefits of the statistical thinking application. The findings of an exploratory-descriptive study show that the statistical approach has been more valued and used by the food industry, like in other economic sectors, due to its significant benefits. There are evidences that the successful implementation of food safety programs is of paramount importance to the effective use of statistical and other quantitative approaches in the food industry.*

Keywords: *Statistical approach. Food industry. Quality management. Six Sigma.*

1 Introdução

No âmbito do controle da qualidade em processos industriais é usual as ferramentas e técnicas estatísticas serem empregadas tipicamente para monitoração, controle ou melhoria dos processos produtivos. No entanto, a literatura recente aponta que, para algumas organizações, na sua maioria de grande porte, o potencial da estatística vai além desse vínculo

operacional de buscar a melhoria contínua, uma vez que possibilita outras vantagens competitivas decorrentes da garantia da qualidade de produtos e processos.

O Seis Sigma tem se destacado tanto na literatura como nos ambientes de manufatura e serviços, como o programa de melhoria da qualidade mais apoiado

¹ Departamento de Ciências de Computação e Estatística, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, CEP 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil, e-mail: adriana@ibilce.unesp.br; stella_antonelli@hotmail.com

no método científico e na abordagem estatística como estratégia de negócio. Redução da variação, medição, coleta de dados, foco em processos e satisfação de cliente são valiosas premissas do Seis Sigma (MEHRJERDI, 2011; SANTOS; MARTINS, 2010).

Artigos recentes destacam vários benefícios do Seis Sigma para empresas brasileiras que derivam do uso da abordagem estatística na implementação de projetos. Entre os principais benefícios observados estão: um maior aprimoramento da qualidade; conquista da satisfação dos clientes por meio da melhor compreensão dos requisitos exigidos; pleno entendimento das entradas críticas dos processos necessárias para responder às alterações nas exigências e especificações definidas; ganhos no fluxo do processo; aumento da produtividade; redução de tempos de ciclo; aumento da capacidade produtiva e da confiabilidade dos produtos; redução de desperdícios e de atividades que não agregam valor ao processo; e maximização dos lucros (MIGUEL; ANDRIETTA, 2009; PINTO; CARVALHO; LEE HO, 2008; ANDRIETTA; MIGUEL, 2007; SANTOS; MARTINS, 2008).

Especificamente na indústria de alimentos, a garantia da qualidade está fortemente associada com a segurança do consumidor e com os riscos de comprometimento da sanidade dos produtos. É uma exigência de órgãos reguladores e de fiscalização. A garantia da segurança alimentar por meio das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) ou norma ISO 22000:2005 são pré-requisitos para se ter um gerenciamento efetivo da qualidade (GRIGG; McALINDEN, 2001).

Nota-se na literatura certa escassez de estudos que tratem do uso da estatística e sua interligação com a garantia da qualidade em indústrias de alimentos. Por outro lado, cientes da necessidade de uma visão mais ampla de gestão da qualidade e do sucesso do Seis Sigma em outros setores econômicos (KWAK; ANBARI, 2006; KUMAR; WOLFE; WOLFE, 2008; NAKHAI; NEVES, 2009), indústrias de alimentos brasileiras de médio e grande porte também estão investindo no Seis Sigma.

Neste contexto, este artigo trata da aplicação da abordagem estatística no âmbito da gestão e controle da qualidade em indústrias de alimentos. O objetivo é: identificar quais ferramentas e técnicas estatísticas são mais amplamente empregadas pelos profissionais dessas indústrias para garantir e controlar a qualidade; avaliar a interdependência entre o sucesso da implementação de programas de qualidade e segurança alimentar como Boas Práticas de Fabricação (BPF) e sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e o uso de estatística; e analisar estimativas do grau de relevância do pensamento estatístico e de seus benefícios como

ferramenta de melhoria da qualidade. Um *survey* exploratório-descritivo foi realizado, norteado pelo arcabouço estatístico que fundamenta o Seis Sigma. Este envolveu indústrias do setor alimentício de médio ou grande porte do Estado de São Paulo. Em relação aos programas de qualidade, aborda-se a implementação de BPF, sistema APPCC, norma ISO 9001:2000, *Total Quality Management* (TQM), Seis Sigma e Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ).

O artigo está estruturado de modo que a seção 2 apresenta uma visão geral sobre a abordagem estatística, programas de qualidade e os requisitos de segurança alimentar do consumidor na indústria alimentícia, à luz de evidências teóricas e empíricas da literatura recente. Na seção 3, é fornecido o detalhamento do *survey* realizado para obtenção das evidências empíricas do trabalho. A seção 4 traz a descrição e a análise dos resultados do *survey* em subseções que abordam a descrição geral das empresas que responderam a pesquisa; o panorama sobre a posição delas quanto à fase implementação de programas/norma para gestão da qualidade; a análise da frequência de uso de ferramentas e técnicas estatísticas básicas e complexas, incluindo uma avaliação da interdependência entre o sucesso da implementação dos programas e o uso de estatística; e a análise das estimativas do grau de relevância do pensamento estatístico e de seus benefícios diretos. Na seção 5, o trabalho é concluído e são apresentadas perspectivas de trabalho futuro.

2 Abordagem estatística, programas de qualidade e requisitos de segurança alimentar

2.1 Pensamento estatístico e melhoria da qualidade

A compreensão dos princípios do pensamento estatístico, e da forma de utilizá-los em favor da melhoria da qualidade, pode ser um diferencial que contribui para a efetividade máxima do gerenciamento (GRIGG; WALLS, 2007b; MAKRYMICHALOS et al., 2005). O desafio é descobrir quais benefícios a abordagem estatística pode trazer ao processo de tomada de decisão.

Conforme salientam Britz et al. (2000), o pensamento estatístico propicia que as alterações no processo sejam baseadas em dados concretos e não em percepções ou experiências passadas. Coleman e Stewardson (2002) reforçam a importância dos dados como base para a melhoria da qualidade, uma vez que eles fornecem evidências que facilitam o controle e a diminuição da variabilidade. Entretanto, para que os dados resultem em informações confiáveis, sua coleta, assim como sua análise e apresentação, deve

seguir um planejamento e execução fundamentados estatisticamente (GRIGG; WALLS, 2007b).

Para Santos e Martins (2008), o pensamento estatístico consiste num pano de fundo para melhoria efetiva dos processos, por ser uma filosofia que permite uma visão mais holística desses processos. Com o exame mais pormenorizado dos processos, se produz um entendimento melhor sobre as fontes de variação que precisam ser atacadas para, em seguida, focar na variação. Esse foco, sim, leva à necessidade mais proeminente dos métodos estatísticos que se apoiam em dados para prover a melhoria contínua e assegurar os ganhos almejados.

2.2 Abordagem estatística e Seis Sigma

O uso de estatística, suas ferramentas e técnicas, se intensificou notavelmente nos ambientes de manufatura após a popularidade alcançada pelo Seis Sigma. Em linhas gerais, o Seis Sigma vale-se de uma sistematização na qual as decisões se baseiam em dados, fatos concretos, e na aplicação de uma visão mais holística de solução de problemas e tomada de decisão decorrente do pensamento estatístico (RAISINGHANI et al., 2005; SENAPATI, 2004; TIAHJONO et al., 2010; SANTOS; MARTINS, 2010; MEHRJERDI, 2011; SCHROEDER et al., 2008).

A metodologia Seis Sigma é composta de um conjunto amplo de ferramentas e técnicas para melhoria da qualidade, dentre as quais há forte aplicação das ferramentas e técnicas estatísticas. O ciclo de fases, denominado DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) é utilizado como guia para que profissionais especializados (principalmente *black belts* e *green belts*) implementem projetos que atendam à metas mais ousadas e radicais pré-estabelecidas pela empresa (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2000).

No rol de ferramentas e técnicas estatísticas do DMAIC, constam: estatísticas descritivas, princípios de amostragem, gráficos de controle, análise de capacidade de processo, análise do sistema de medição, gráficos básicos (histograma, dispersão, *box-plot*, Pareto, etc.), diagrama de causa e efeito, controle estatístico de processo (CEP), *design of experiments* (DOE), correlação e regressão linear, regressão múltipla, testes de hipóteses, intervalo de confiança, análise de variância (ANOVA), análise de capacidade de processo, entre outras.

Segundo Antony, Kumar e Madu (2005), as ferramentas e técnicas estatísticas mais usadas pelas pequenas e médias empresas são: diagrama de causa e efeito, gráficos de controle, gráfico de Pareto, histograma, análise de capacidade do processo, ANOVA, aliadas com outras de enfoque em processo e qualidade como mapa de processos, desdobramento da função qualidade (QFD) e análise de modo e efeito da falha (FMEA). De fato, as ferramentas e técnicas

estatísticas combinam métodos práticos, habilidades, procedimentos empregados no tratamento de tarefas específicas. Uma ferramenta é usada por si só com fim bem definido, enquanto uma técnica contempla uma aplicação mais abrangente, podendo conjugar várias ferramentas (MAKRYMICHALOS et al., 2005).

2.3 *Lean manufacturing* e *Lean Seis Sigma*

A incorporação dos conceitos de *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta ao Seis Sigma de forma integrada originou o *Lean Seis Sigma* (SALAH et al., 2009; NASLUND, 2008). É uma estratégia de melhoria do processo de negócio que possibilita a obtenção de resultados relevantes em custo, qualidade e tempo, derivados do foco no desempenho do processo e na satisfação do cliente. Com isso, a gestão da qualidade é favorecida por técnicas e procedimentos como: o Mapeamento do Fluxo de Valor; programa 5S; Produção Puxada (*Kanban*); times de melhoria (*Kaizen*); *Just in Time*; entre outros, que quando aplicados viabilizam a otimização do produto, produção ou sistema, tornando-o mais enxuto e, conseqüentemente, mais ágil e de menor custo.

Falhas que elevariam as taxas de não conformidades, o retrabalho e o desperdício são reduzidas drasticamente, dando impulso a uma ideia mais unificada de melhoria contínua (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005; SILVA; GANGA; SILVA, 2003; KUMAR et al., 2006; BENDELL, 2006; ANDERSON; ERIKSSON; TORSTENSSON, 2006).

2.4 ISO 9001:2000 e TQM

A norma ISO 9001:2000 é um dos programas de qualidade mais populares no mundo e está entre os programas mais difundidos e implementados no Brasil na maioria dos setores de produção (PINTO; CARVALHO; LEE HO, 2008). O padrão ISO 9000 passou a ser reconhecido mundialmente como diferencial competitivo das empresas que implementam o conjunto de diretrizes estabelecidos para gestão e a garantia da qualidade. Apesar de pouco explorado, dentro das especificações para a certificação pela ISO 9001:2000, há requisitos específicos de medição, análise e melhoria que, por vezes, requerem instrumentos específicos e uso de técnicas estatísticas para que determinadas metas sejam cumpridas (MELLO et al., 2002).

A aderência do TQM com a conceitualização estatística é menos expressiva. É um programa cujos pontos mais marcantes são: a ênfase no conteúdo comportamental; a utilização de técnicas e métodos combinados sistematicamente para auxiliar na avaliação dos resultados de desempenho; a abordagem implicitamente focada em processos; o enfoque na

identificação de problemas, por meio do planejamento, organização e compreensão de cada atividade a ser realizada; e o gerenciamento fundamentado em valores, metodologias e ferramentas (algumas de base estatística) cujo foco é explicitamente a satisfação plena do cliente (HUARNG; CHEN, 2002; SENAPATI, 2004).

2.5 Requisitos de segurança alimentar do consumidor

Na indústria alimentícia, duas características interferem sobremaneira na gestão da qualidade: a segurança alimentar do consumidor, que está relacionada a parâmetros e exigências de qualidade ocultos para o consumidor, que ele não consegue detectar diretamente; e a importância dos padrões de qualidade de apresentação do produto para efeitos de decisão de compra por parte do consumidor.

Órgãos oficiais se encarregam de legislações que estabelecem requisitos para os padrões microbiológicos e ausência de substâncias nocivas à sanidade do produto em geral. Programas como as BPF, o APPCC, ISO 22000:2005, os Sistemas de Rastreabilidade, o Monitoramento Integrado de Pragas (MIP), SQF - *Safe Quality Food*-2000 (Segurança e Qualidade dos Alimentos) estão dentre os recomendados na indústria de alimentos. BPF e APPCC são considerados pré-requisitos para a garantia da qualidade total na indústria de alimentos, além de serem exigidos pelos órgãos reguladores (GRIGG; McALINDEN, 2001).

As BPF são procedimentos que estabelecem instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos. As normas que constituem as BPF envolvem requisitos relacionados às matérias-primas, estabelecimento, higiene do estabelecimento, higiene pessoal, higiene na produção e requisito sanitário, conforme a Portaria 326/97 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1997).

O APPCC é um sistema de garantia da qualidade alimentar que permite um estudo sistemático para identificar, avaliar e controlar os perigos (físicos, químicos ou biológicos) que coloquem em risco a segurança do alimento e que possam causar agravo à saúde do consumidor (FOTOPOULOS et al., 2011; FIGUEIREDO; COSTA NETO, 2001; TOLEDO; BATALHA; AMARAL, 2000). O APPCC possui uma estruturação na qual as ferramentas do CEP (princípios de amostragem, histogramas, diagramas de causa e efeito, gráficos de Pareto, cartas de controle, gráficos de dispersão e folhas de verificação) são bastante úteis, ainda que não exista um requerimento específico ao seu uso. A ação de estabelecer limites para os Pontos Críticos de Controle (PCC) e monitorar o processo, por exemplo, é análoga às cartas de controle do CEP. Diante disso, Grigg (1998) argumenta que a

indústria alimentícia deveria fazer grande uso das ferramentas do CEP.

Em consonância com o sistema APPCC, a ISO 22000:2005 especifica requisitos do sistema de gestão com enfoque único na segurança alimentar. Por isso, a legislação permite a substituição da implantação do APPCC pela norma ISO 22000:2005, mas esta não substitui a ISO 9001:2000.

Sobre a importância dos padrões de qualidade de apresentação do produto, a gestão da qualidade enfoca aplicação de métodos que visem avaliar a qualidade percebida pelo consumidor e identificar a qualidade que ele espera de um produto, uma vez que propriedades sensoriais e de forma de apresentação do produto são aspectos priorizados pelo consumidor. Para tanto, o uso da abordagem estatística pode ser de grande valia, não apenas por facilitar a identificação de requisitos do mercado, como também por contribuir para melhorar continuamente o nível de qualidade dos produtos; incrementar a inovação, diante da dificuldade de estabelecer vantagens competitivas; e reduzir custos entre outros desperdícios.

3 Método de pesquisa

Um levantamento tipo *survey* foi planejado para obtenção das evidências empíricas deste trabalho que envolveu indústrias de alimentos de médio ou grande porte do Estado de São Paulo. O propósito da pesquisa foi coletar dados que possibilitassem:

- Identificar quais ferramentas e técnicas estatísticas são mais amplamente empregadas pelas indústrias de alimentos para garantir e controlar a qualidade;
- Avaliar a hipótese: H_1 : *O sucesso na utilização de ferramentas e técnicas estatísticas depende da implantação bem sucedida das BPF e do APPCC como subsídios primordiais.*
- Analisar estimativas do grau de relevância do pensamento estatístico e de seus benefícios como ferramenta de melhoria da qualidade.

O *survey* é um método de pesquisa de abordagem quantitativa na qual a coleta de dados sobre uma amostra deverá fornecer dados representativos da população de interesse (FORZA, 2002; MALHOTRA; GROVER, 1998).

A população de interesse foi delimitada com base em informações obtidas na ABIA (Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação), a qual registrava que em 2008 havia cerca de 570 estabelecimentos industriais produtores de alimentos e bebidas de médio e grande porte no Estado de São Paulo. Essa delimitação da população independeu do fato de as empresas estarem inseridas no contexto da implementação do Seis Sigma.

A seleção da amostra ocorreu no segundo semestre de 2008 e foi feita de forma intencional, procurando-se escolher empresas que melhor estivessem inseridas no cenário de indústrias de alimentos em função da busca pela melhoria contínua da qualidade. Pela forma de amostragem, não há interesse neste trabalho em extrapolar os resultados para todo o universo populacional. No entanto, objetiva-se esclarecer com que frequência estas empresas usam a estatística, principalmente, para melhorarem seus produtos e processos.

Vale ressaltar que, ainda que de forma incipiente, o *survey* realizado é de caráter exploratório-descritivo. Segundo Forza (2002) e Malhotra e Grover (1998), um *survey* de caráter exploratório é apropriado quando se pretende adquirir mais familiaridade com o assunto e entendê-lo melhor, e o *survey* descritivo é adequado para se descrever como determinado fenômeno ocorre em uma população.

3.1 Instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados escolhido foi o questionário autopreenchido, o qual pode ser lido e respondido sem a interferência do pesquisador. As principais vantagens deste instrumento são: seu baixo custo; economia de tempo; alta uniformidade de mensuração; maior abrangência geográfica; maior sigilo entre o respondente e a pesquisa; e a possibilidade de atingir um maior número de pessoas ao mesmo tempo. Isto permitiu o envio simultâneo do instrumento de pesquisa a várias empresas. Após a realização de um pré-teste do questionário, validado por três pesquisadores da área de gestão da qualidade, chegou-se a um número final de 44 itens, subdivididos em quatro tópicos da seguinte forma:

- *Dados da empresa* (dois itens que visavam saber o porte da empresa);
- *Programas/norma para gestão da qualidade* (sete itens que buscaram conhecer aspectos sobre a fase de implantação de certos programas para gestão da qualidade);
- *Uso de estatística* (vinte e seis itens, sendo dezesseis sobre a frequência de uso de determinadas técnicas estatísticas, seis sobre o fim para que são usadas e quatro para avaliar o vínculo com o sucesso de programas/normas de qualidade em implantação ou implantados);
- *Reflexos da aplicação do pensamento estatístico* (nove itens sobre aplicação do pensamento estatístico como ferramenta de melhoria da qualidade e benefícios diretos alcançados).

Questões abertas corresponderam às de identificação do respondente e da empresa e tiveram preenchimento facultativo. Como medida de controle e segurança,

todas as empresas foram cadastradas previamente com um *login* e senha de identificação para cada uma.

Para coleta e armazenamento dos dados, o instrumento foi implementado de modo a ser acessado e preenchido via *Web*. A linguagem de programação PHP e um banco de dados MySQL foram usados no desenvolvimento e implementação.

3.2 Coleta de dados, taxa de retorno e métodos de análise dos dados

Duas estratégias foram adotadas para coleta de dados, em função de redução de custo, de tempo de resposta e também para aumentar a taxa de retorno: via *e-mail* e via correio convencional. Em ambas, foi enviado por *e-mail* o *link* de acesso ao questionário para os respondentes (responsáveis pela área da qualidade da empresa), juntamente com o *login* e a senha. Este procedimento está respaldado por outros trabalhos da literatura (COUPER; BLAIR; TRIPLETT, 1997; ZHANG, 1999).

Inicialmente, a busca por possíveis respondentes foi feita por meio dos *websites* das empresas e a forma de contato por eles estabelecida (*e-mail*, formulários *online*, etc.). Além disso, contataram-se integrantes de fóruns e de redes sociais que divulgassem a pesquisa para aumentar a lista de possíveis respondentes. Desta forma, chegou-se a 202 empresas, sendo 190 identificadas por pesquisa via internet e 12 por outra forma de contato.

O segundo passo consistiu em enviar a mensagem eletrônica de acesso ao questionário a ser preenchido via *Web* aos contatos já adquiridos. A taxa de retorno por este método foi de 44,8%, pois de 58 *e-mails* enviados, 26 responderam.

O envio de cartas correspondeu à terceira fase da metodologia planejada. Ainda que se tenha optado por mudar a forma de contato com as empresas, o preenchimento do questionário continuou sendo via *Web*, a fim de manter as vantagens do *survey* eletrônico, salientadas por Boyer et al. (2002), como a entrada automática dos dados e não transcrição das respostas. A carta enviada ao “Departamento de Qualidade” da empresa sem especificar destinatário foi análoga à enviada por *e-mail*. Cem cartas foram enviadas, com uma taxa de retorno de 11%.

A carta de apresentação enviada tanto por *e-mail* como por correio foi breve, objetiva e procurou despertar o interesse do respondente, ressaltando a importância de sua colaboração. Quando não houve sucesso de resposta no primeiro contato por *e-mail*, um novo convite de participação da pesquisa foi enviado. Além disso, foi enviado *e-mail* de agradecimento pela participação e assumido o compromisso de envio dos principais resultados da pesquisa. Pinto et al. (2008) procederam de forma análoga com relação ao envio

da carta de apresentação por correio eletrônico e convencional.

Considerando-se as duas estratégias de coleta, a taxa de retorno final foi de 18,3%, sendo 37 respostas válidas do total de 202 empresas contatadas na pesquisa, a qual foi considerada satisfatória, comparada com outros trabalhos. Por exemplo, Kumar e Antony (2008) obtiveram retorno de 12,8% em *survey* com 500 empresas de pequeno e médio porte; Pinto, Carvalho e Lee Ho (2008) obtiveram taxas de retorno de 19,8% com empresas do Brasil; Antony (2004) alcançou 14% de respostas; e Grigg e Walls (2007a), que também analisaram indústrias de alimentos, tiveram 14% de taxa de retorno.

Após a finalização da coleta de dados, as respostas obtidas foram tratadas estatisticamente por meio de métodos univariados e multivariados. A análise estatística univariada baseou-se em frequências, percentuais, gráficos de setores e de colunas. A análise da confiabilidade das respostas foi realizada usando a análise fatorial, uma técnica estatística multivariada. Para tanto, foram calculadas medidas de confiabilidade das respostas coletadas para os quatro tópicos do questionário.

O coeficiente α Cronbach e a medida geral de adequação (MSA) foram outros cálculos efetuados. Essas medidas permitem avaliar se as variáveis identificadas nos itens de cada tópico do questionário servem como indicadores de um mesmo constructo, estando assim intercorrelacionadas. O teste de esfericidade de Bartlett foi aplicado para verificar a significância das intercorrelações entre as variáveis e complementou a análise da confiabilidade (HAIR JUNIOR et al., 2005).

O teste de aderência qui quadrado foi aplicado para verificar a adequação do modelo multinomial na avaliação da hipótese H_1 (AGRESTI, 2002). Adotou-se um nível de significância de 5% nos testes estatísticos.

Como recursos computacionais utilizaram-se os *softwares* MS Excel 2007 e SPSS 16.0.

4 Descrição e análise dos resultados

Nesta seção, os principais resultados do *survey* são descritos e analisados. Eles estão organizados em duas subseções. Na primeira subseção, é feita uma descrição mais objetiva dos cálculos estatísticos relativos aos tópicos abordados no questionário. A relação dos resultados obtidos com outros trabalhos que abordam o tema explorado na pesquisa é o assunto da segunda subseção.

4.1 Descrição dos resultados

O *survey* englobou 37 indústrias de alimentos e bebidas de médio ou grande porte do Estado de

São Paulo. Para confirmar a classificação quanto ao porte, utilizou-se o critério do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pela receita operacional ou o critério do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) pelo número de funcionários.

A Figura 1 mostra a divisão da amostra segundo o segmento de atividade. Nota-se maior representatividade de empresas do segmento frigorífico (19%), seguido por fábricas de ingredientes (16%), indústrias de bebidas (11%), usinas de açúcar e álcool (11%), conservas (8%) e laticínios (8%), produtos congelados (5%), embalagem alimentícia (3%) e outras (19%).

4.1.1 Programas/normas para gestão da qualidade

A Tabela 1 mostra um panorama sobre a posição das empresas quanto à implantação de programas/normas que promovem de forma mais efetiva a garantia da segurança alimentar ou a qualidade total.

Como exposto na Tabela 1, os percentuais altos para implantação das BPF (94,59%) e do sistema APPCC ou ISO 22000:2005 (62,16%) sobressaem, uma vez que são programas amplamente utilizados no setor alimentício. A norma ISO 9001:2000 está implantada em apenas 40,54% das empresas, e 16,22% estão em fase de implantação. É uma porcentagem relativamente baixa, levando-se em conta os benefícios que esta norma propicia em termos de competitividade para o setor alimentício, principalmente, no mercado internacional.

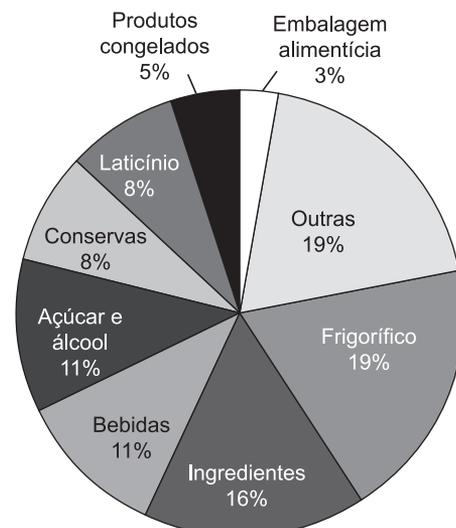


Figura 1. Percentual de empresas de acordo com o segmento de atividade.

Tabela 1. Programas/normas de qualidade de acordo com a fase de implantação.

Programa/Norma	Não possui	Em fase de implantação	Implantado	Total
BPF	1 (2,70%)	1 (2,70%)	35 (94,59%)	37 (100%)
APPCC ou ISO 22000:2005	5 (13,51%)	9 (24,32%)	23 (62,16%)	37 (100%)
ISO 9001:2000	16 (43,24%)	6 (16,22%)	15 (40,54%)	37 (100%)
TQM	26 (70,27%)	4 (10,81%)	7 (18,92%)	37 (100%)
Seis Sigma	28 (75,68%)	4 (10,81%)	5 (13,51%)	37 (100%)
PNQ	36 (97,30%)	1 (2,70%)	0 (0%)	37 (100%)

Programas mais abrangentes como TQM, Seis Sigma e PNQ estão sendo de pouco interesse das empresas envolvidas no estudo. Observou-se que pelo menos 70% delas não os possuem nem estão em fase de implantação. Apesar da atual relevância do Seis Sigma no âmbito também da gestão estratégica nos diversos setores industriais, verificou-se que 24,32% da amostra tem o programa implantado ou em fase de implantação. Consultados sobre outros programas em implantação, os entrevistados incluíram: 5S (citado por 11 empresas (29,73%)); ISO 17025; Programa de Excelência em Manufatura Classe Mundial; ISO 14001; entre outros.

Com coeficiente alfa de Cronbach de 0,930, a consistência interna das respostas relativas ao tópico “Programas/norma para gestão da qualidade” foi considerada satisfatória.

4.1.2 Uso de estatística

A identificação de quais ferramentas e técnicas estatísticas são mais amplamente empregadas para melhoria da qualidade pelos profissionais nas indústrias de alimentos foi feita com base no questionamento da frequência de uso de cada ferramenta ou técnica, conforme a seguinte legenda: 1 – “Nunca”; 2 – “Raramente”; 3 – “Às vezes”; 4 – “Frequentemente”; 5 – “Sempre”.

A Figura 2 engloba os gráficos dos conceitos, ferramentas e técnicas consideradas básicas (baixo grau de complexidade), enquanto a Figura 3 mostra os gráficos de frequência de uso das ferramentas e técnicas consideradas complexas (médio ou alto grau de complexidade). Todos mostram o percentual de empresas que usam a ferramenta segundo a legenda acima.

Fazendo-se uma análise global dessas figuras, é notória a diferença nas distribuições de frequências entre as básicas e as complexas. Enquanto na Figura 2 os gráficos possuem uma assimetria à esquerda na maioria deles que indica um maior número de empresas que as utiliza mais intensamente, na Figura 3, para as complexas, a assimetria é à direita. Neste caso, indica uso mais esporádico por parte das empresas.

Verificou-se também que todas as empresas que têm o Seis Sigma implantado (13,51%) ou estão em fase de implantação (10,81%) utilizam todas as ferramentas e técnicas estatísticas básicas pelo menos algumas vezes. O mesmo não pode ser dito com relação às complexas.

A Tabela 2 sintetiza de forma mais objetiva a frequência de uso. Nela é quantificado o percentual de empresas que fazem uso mais intenso das técnicas, ou seja, o percentual quantificado pela razão do número de empresas que responderam 4 (“Frequentemente”) ou 5 (“Sempre”) em relação ao total de 37 empresas estudadas.

As ferramentas e técnicas básicas apresentam percentuais mais altos de uso, ao contrário daquelas consideradas mais complexas, que se mantiveram abaixo de 25%.

Para os dois grupos de ferramentas e técnicas (básicas e complexas) houve uma consistência satisfatória das respostas, com coeficiente α Cronbach de 0,89 e 0,93, respectivamente. As inter-relações entre as variáveis que compõem cada escala múltipla se confirmaram por meio da análise multivariada (análise fatorial), a qual apontou que há uma estrutura de correlação subjacente em cada agrupamento. Os cálculos das medidas de adequação geral da amostra (MSA) estão num intervalo aceitável e o teste de esfericidade de Bartlett mostra que de modo geral as correlações entre as variáveis são estatisticamente significantes ($p < 0,001$).

Os resultados da Tabela 2 são condizentes com a abrangência do programa de qualidade implementado ou em implementação. A totalidade das empresas com o Seis Sigma e/ou o TQM implantados ou em fase de implantação usam todas as ferramentas e técnicas estatísticas básicas pelo menos algumas vezes. O mesmo não pôde ser observado sobre o uso das complexas. Pequena parcela das empresas que adotam estes programas utiliza raramente ou nunca as ferramentas e técnicas complexas. No caso do Seis Sigma, este resultado pode indicar implantação recente da metodologia, pois todas as técnicas complexas estão inseridas no ciclo DMAIC.

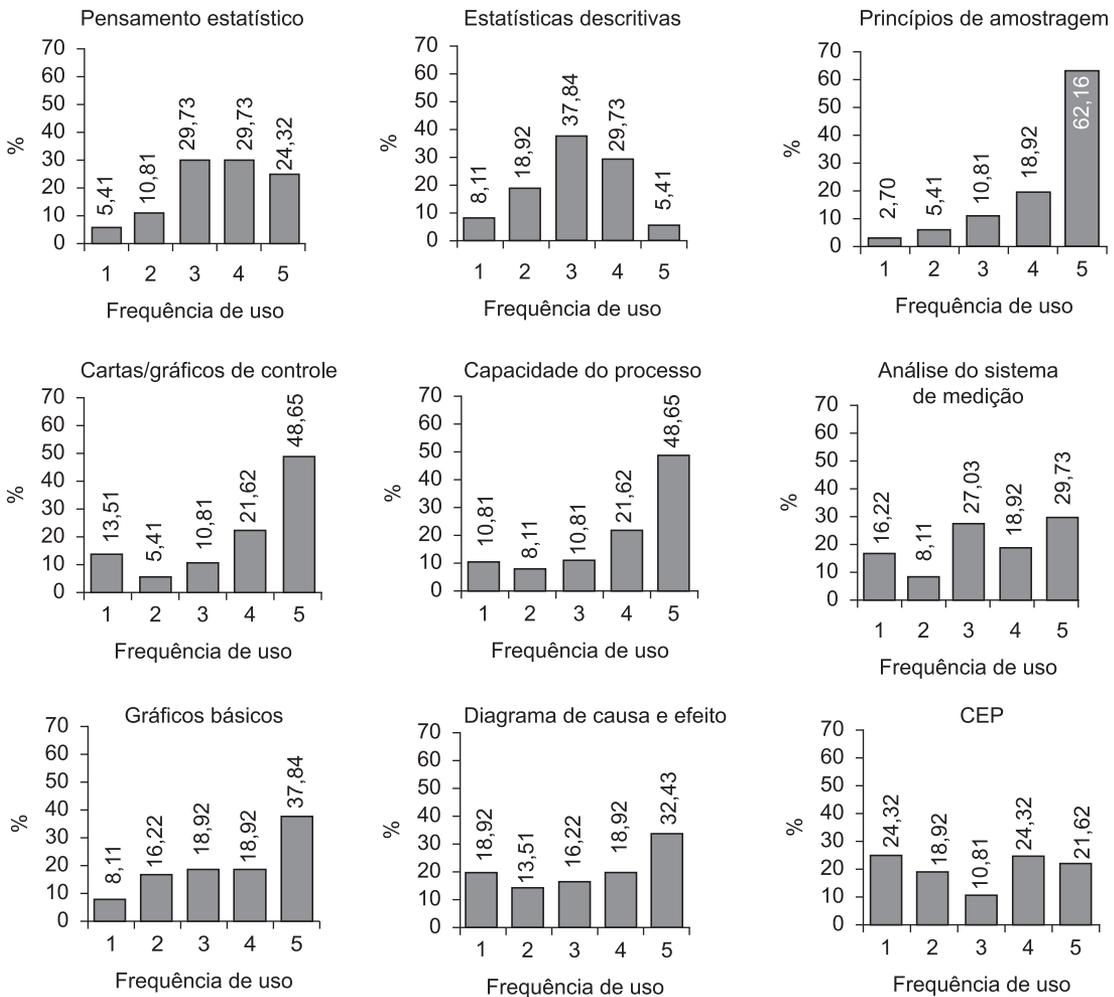


Figura 2. Frequência de uso de conceitos ferramentas e técnicas estatísticas básicas.

Os resultados da pesquisa mostraram que 54,05% das empresas declararam seguirem o pensamento estatístico; aspecto que ressalta o interesse pelo uso e a valorização dos conceitos estatísticos.

Na Tabela 3 os propósitos de uso da estatística são identificados. Visualização do histórico do problema e entendimento e gerenciamento do processo aparecem nas primeiras posições como os propósitos mais frequentes (67,57%). Dimensionamento e redução de perdas e determinação do foco do problema aparecem em seguida com 64,86% e 62,17%, respectivamente. Estes resultados sugerem que, na indústria de alimentos, haja um enfoque mais marcante nos aspectos que compreendem a caracterização dos processos produtivos pela busca das causas de variação. Os propósitos do uso identificados de 1 a 4 estão mais diretamente ligados à referida caracterização.

Os dois últimos propósitos, diagnóstico acerca da estabilidade dos processos (43,24%) e redução de

variabilidade (37,84%) foram menos expressivos. Estes propósitos estão mais interligados ao uso da metodologia Seis Sigma.

Como sinal da consistência dos resultados, as medidas de confiabilidade apresentam valores satisfatórios: α Cronbach de 0,945 e MSA de 0,893. O valor $P < 0,001$, relativo ao teste de Bartlett, intensifica ainda mais que os itens considerados na avaliação do propósito de uso da estatística são interdependentes.

A análise do grau de vínculo entre o sucesso da implementação de BPF e APPCC e uso de estatística foi baseada no percentual de respostas referente ao quanto cada respondente estimou ser esse grau de vínculo. Os percentuais estão sumarizados graficamente na Figura 4.

Em relação às BPF, verificou-se que 35,1% responderam que o sucesso do uso da estatística está vinculado à implantação efetiva das BPF e 29,7%, que está muito vinculado, somando 64,8% do total. Revelam 67,5% das respostas que há vínculo entre

Tabela 2. Medidas de confiabilidade de respostas associadas ao uso das ferramentas/técnicas estatísticas (Resposta em termos de frequência de aplicação).

Ordem	Ferramenta/técnica estatística	Usa sempre ou frequentemente (% de empresas)	α Cronbach	MSA*	Valor P*
	<i>Conceituais/Básicas</i>				
1.	Princípios de amostragem	81,08	0,89	0,82	<0,001
2.	Cartas de controle	70,27			
3.	Capacidade do processo	70,27			
4.	Gráficos básicos	56,76			
5.	Pensamento estatístico	54,05			
6.	Diagrama de causa e efeito	51,35			
7.	Sistema de medição	48,65			
8.	CEP	45,94			
9.	Estatísticas descritivas	35,14			
	<i>Complexas</i>				
10.	DoE	24,33	0,93	0,86	<0,001
11.	Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i>	21,62			
12.	DMAIC	18,92			
13.	Regressão simples/múltipla	13,52			
14.	Correlação	13,51			
15.	ANOVA	13,51			
16.	Testes de hipóteses e intervalo de confiança	10,81			

*Medida geral de adequação da amostra. *Probabilidade de significância relativa ao Teste de esfericidade de Bartlett.

Tabela 3. Medidas de confiabilidade das respostas associadas ao propósito de uso de estatística (Respostas em termos de frequência de aplicação).

Ordem	Propósito	Usa sempre ou frequentemente (% de empresas)	α Cronbach	MSA*	Valor P*
1.	Visualização do histórico do problema	67,57	0,945	0,893	<0,001
2.	Entendimento e gerenciamento do processo	67,57			
3.	Dimensionamento e redução de perdas	64,86			
4.	Determinação do foco do problema	62,17			
5.	Diagnóstico acerca da estabilidade dos processos	43,24			
6.	Redução da variabilidade	37,84			

*Medida geral de adequação da amostra. *Probabilidade de significância relativa ao Teste de esfericidade de Bartlett.

a implantação bem sucedida do APPCC e o sucesso do uso da estatística. Este percentual foi obtido pelo fato de 29,7% das respostas indicarem que ambos são vinculados e 37,8%, que são muito vinculados.

Na formulação do teste de hipóteses que permitiu avaliar a hipótese H_1 (H_1 : O sucesso na utilização de ferramentas e técnicas estatísticas depende da implantação bem sucedida das BPF e do APPCC como subsídios primordiais), pressupôs-se que, em caso de não dependência, uma distribuição multinomial poderia ser ajustada. Neste caso, com a mesma proporção de 0,20 para cada nível de resposta da escala utilizada. O teste de aderência qui quadrado foi aplicado supondo um nível de significância de 5%.

A Tabela 4 expõe as estatísticas relativas ao teste de aderência qui quadrado. Os valores P iguais a 0,042 e 0,011, ambos menores que o nível de significância adotado de 0,05, ressaltam que a hipótese H_1 não foi rejeitada. Fundamenta-se, assim, a evidência de que, no contexto das indústrias de alimentos, a utilização de ferramentas e técnicas estatísticas é interdependente da implantação bem sucedida das BPF e do APPCC como subsídios primordiais.

4.1.3 Reflexos da aplicação do pensamento estatístico

A efetividade da aplicação do pensamento estatístico como ferramenta para incrementar a

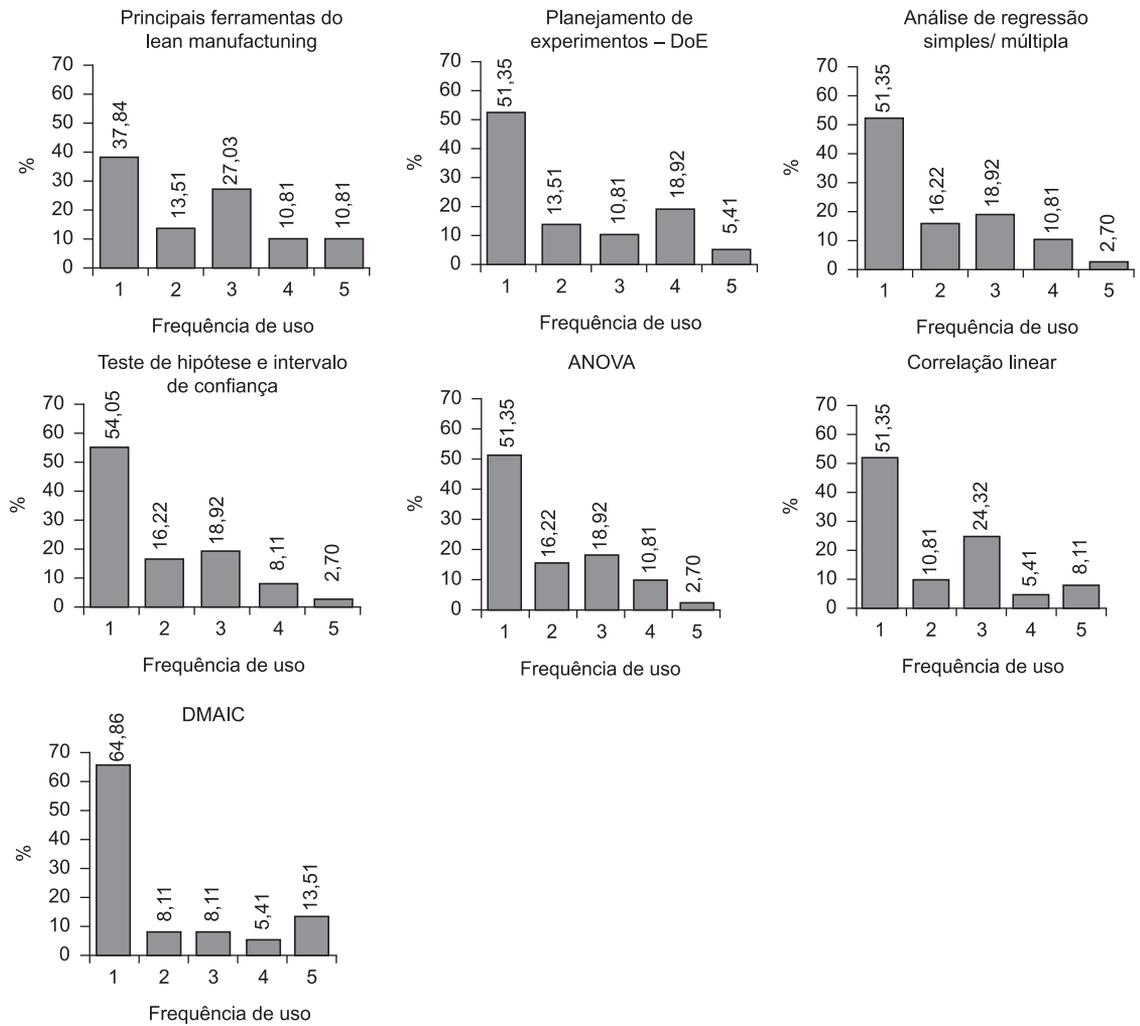


Figura 3. Frequência de uso das ferramentas/técnicas estatísticas complexas.

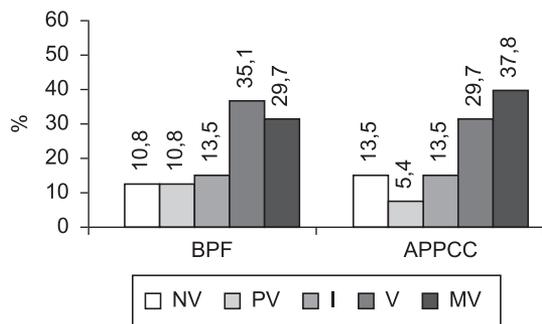


Figura 4. Percentual de respostas em relação ao grau de vínculo entre BPF e APPCC e o sucesso no uso de estatística. NV – Não vinculado; PV – Pouco vinculado; I – Indiferente; V – Vinculado; e MV – Muito vinculado.

melhoria da qualidade foi analisada por meio de itens contendo princípios básicos que sustentam o uso da abordagem estatística de forma mais ampla, e por itens que retratam os benefícios diretos alcançados.

Consideradas as respostas em termos de frequência de aplicação (Tabela 5), os resultados do *survey* mostraram que o enfoque em dados tem sido um recurso potencial para melhoria da qualidade, não apenas no caso de uma operação específica, mas de todo o processo.

De acordo com os percentuais expostos na Tabela 5, evidencia-se uma posição mais clara e consistente sobre a valorização atribuída aos princípios. O que está refletido nas medidas de confiabilidade (α Cronbach de 0,922 e MSA de 0,740) e na consistência do resultado verificada pelo teste de Bartlett com $P < 0,001$.

A Tabela 6 traz estimativas para o grau de relevância dos benefícios diretos alcançados pela aplicação do pensamento estatístico/abordagem estatística. Os indicativos são de que há consciência de que o uso da estatística promove ganhos realmente substanciais. Mais de 78% das respostas apontaram que cada item de benefício direto questionado era relevante ou muito relevante.

4.2 Análise dos resultados

Apesar de o governo brasileiro ter estabelecido a obrigatoriedade do APPCC desde 1993 (BRASIL, 1997), e desde 2005 a legislação ter passado a permitir a substituição da implantação do APPCC pela norma ISO 22000:2005, 40% das indústrias de médio e grande porte que responderam à pesquisa ainda não têm completamente implantado BPF ou APPCC.

Esta situação é vivida em maior número pelas indústrias de menor porte nesse setor econômico, as quais enfrentam barreiras como insuficiente suporte técnico, concentração de funções, disponibilidade financeira, entre outros, para sua efetiva implementação. Vencer tais barreiras e cumprir essa exigência do setor implica não somente a garantia da segurança alimentar, mas uma vantagem competitiva decorrente da padronização dos processos e da criação de uma estrutura de inspeção e controle

mais adequados para o processamento e embarque do produto (FIGUEIREDO; COSTA NETO, 2001; TOLEDO; BATALHA; AMARAL, 2000).

A norma ISO 9001:2000 aparece como a iniciativa de melhoria mais adotada, embora não seja um programa voltado à garantia da qualidade do produto. Como um sistema que qualifica a empresa como capaz de produzir produtos em conformidade com as especificações desejadas, a ISO 9001:2000 ainda é o sistema de qualidade mais adotado no Brasil (PINTO; CARVALHO; LEE HO, 2008). Motivos como a melhoria da qualidade e da produtividade de produtos e serviços; exigência dos clientes; e o atendimento à legislação em que está localizada a empresa justificam a busca por essa certificação.

As evidências indicam que uma menor parte das indústrias paulistas de médio ou grande porte do setor de alimentos vem enfocando a implantação de TQM, Seis Sigma ou PNQ. Foram baixas as porcentagens

Tabela 4. Estimativas da proporção de vínculo entre o sucesso no uso de estatística e a implantação dos programas BPF e APPCC. Valor P relativo ao teste de aderência qui quadrado.

Programa	n	Grau de vínculo					Valor P
		NV	PN	I	V	MV	
BPF	37	0,108	0,108	0,135	0,351	0,297	0,042
APPCC	37	0,135	0,054	0,135	0,297	0,378	0,011

Tabela 5. Medidas de confiabilidade das respostas associadas à aplicação dos princípios do pensamento estatístico (Respostas em termos de frequência de aplicação).

Ordem	Princípios do pensamento estatístico	Usa sempre ou frequentemente (% de empresas)	α Cronbach	MSA*	Valor P*
1.	Medição e coleta de dados sobre o processo	86,69	0,922	0,740	<0,001
2.	Resolução de problema baseada em dados e fatos	81,08			
3.	Busca da melhoria de todo o processo e não de apenas uma operação	75,67			
4.	Reconhecimento e busca da redução da variação nos processos	70,27			
5.	Análise das possíveis fontes de variação em: processos, pessoas, materiais, métodos, máquinas, ambiente.	69,27			

*Medida geral de adequação da amostra. *Probabilidade de significância relativa ao teste de esfericidade de Bartlett.

Tabela 6. Medidas de confiabilidade das respostas associadas aos benefícios diretos alcançados pela aplicação do pensamento estatístico/abordagem estatística (Respostas em termos de grau de relevância).

Ordem	Benefícios diretos alcançados	Relevante ou muito relevante (% de empresas)	α Cronbach	MSA*	Valor P*
1.	Maior produtividade	89,18	0,887	0,794	<0,001
2.	Ganhos financeiros	83,78			
3.	Maior satisfação dos clientes	83,78			
4.	Mudança de cultura em prol da qualidade	78,38			

*Medida geral de adequação da amostra. *Probabilidade de significância relativa ao teste de esfericidade de Bartlett.

relativas a esses programas, no estágio de implantado ou em fase de implantação, tanto de forma isolada como de forma conjunta com outros programas. Conforme mencionam Anderson et al. (2006), o fato de não focar a implantação desses programas mais abrangentes não significa necessariamente que a empresa não esteja inserida num contexto mais amplo de gestão da qualidade. Há de se notar que certos valores do TQM estão inclusos em outros programas de qualidade como o Seis Sigma, ainda que a abordagem seja diferente. Alsaleh (2007) realizou um *survey* com indústrias de alimentos da Arábia Saudita e observou que iniciativas mais abrangentes como Seis Sigma e TQM ainda são pouco populares, apesar do aumento de competitividade que elas proporcionam às empresas em geral.

Sobre o uso de estatística, as ferramentas e técnicas identificadas como as mais amplamente empregadas pelas indústrias de alimentos para garantir e controlar a qualidade não diferem muito daquelas identificadas por Kumar (2007), estudando indústrias de eletrônicos do Reino Unido em implementação do Seis Sigma. O autor verificou que ferramentas e técnicas básicas tiveram uma frequência de uso acima de 3,5, usando a mesma escala de mensuração apresentada nesta pesquisa. Para as complexas, como teste de hipóteses, intervalo de confiança, ANOVA, regressão e DoE, a frequência de uso ficou num patamar bem inferior de aplicabilidade. Alsaleh (2007) também encontrou resultado análogo.

Grigg e Walls (2007a), quando estudaram indústrias alimentícias do Reino Unido, perceberam uso extensivo e frequente de ferramentas e técnicas estatísticas básicas, porém, sua utilização era menos comum com o aumento do grau de complexidade. Esses autores inferiram que a aplicação mais intensa da teoria estatística básica se devia ao fato delas serem mais amplamente usadas para monitoramento e por não exigirem maior aprofundamento teórico sobre estatística. Já Tjahjono et al. (2010) mencionam que, no contexto geral dos projetos Seis Sigma, as ferramentas e técnicas básicas são suficientes para reduzir defeitos e promover uma melhoria inicial na maioria dos processos de manufatura. Santos e Martins (2008) também destacam que a análise descritiva pode ser entendida como suficiente para subsidiar decisões, embora para eliminação da causa raiz dos problemas seja necessário um conhecimento mais aprofundado sobre teoria estatística.

Encontrar evidências estatísticas de que há uma vinculação ou interdependência significativa entre a implantação efetiva das BPF e do sistema APPCC como requisito para o uso de ferramentas e técnicas estatísticas reforçou a importância da segurança do alimento como condição fundamental para uma evolução da gestão da qualidade na produção de alimentos. Na indústria de alimentos, as BPF são

pré-requisitos para se conseguir avançar no quesito garantia da qualidade, mas não apenas para isso, como também para a própria implantação do sistema APPCC. Por conseguinte, a implantação bem sucedida desses programas de segurança alimentar pode implicar no uso mais amplo da estatística.

De fato, o sistema APPCC deveria ser mais valorizado, uma vez que sua estruturação já estabelece um vínculo com a utilização de ferramentas de CEP, as quais são bastante úteis não apenas na ação de estabelecer limites para os PCC como para monitorar o processo de maneira mais efetiva (GRIGG, 1998).

Reafirma-se aqui que segurança alimentar e qualidade devam ser duas dimensões inseparáveis não apenas para que as indústrias de alimentos, mas para que toda a cadeia agroalimentar, possa avançar no sentido da adoção de iniciativas de melhoria contínua da qualidade mais abrangentes. É necessário vencer as barreiras culturais, a falta de conhecimento técnico, a resistência dos empregados e a indisponibilidade de recursos entre outros fatores para que a implantação do sistema APPCC seja efetivada com êxito (TOLEDO; BATALHA; AMARAL, 2000; FOTOPOULOS et al., 2011).

Os resultados do *survey* sobre os reflexos da aplicação do pensamento estatístico sugerem que seus princípios têm sido empregados de forma ampla em função dos altos percentuais de respostas assinalando uso sempre ou frequentemente. Este resultado pode ser interpretado com positividade, uma vez que se considere que o pensamento estatístico facilita a compreensão e incrementa o uso da estatística, contribui para priorização do foco em processos, auxilia a tornar a tomada de decisão um reflexo de ações gerenciais mais consistentes (SANTOS; MARTINS, 2008).

Também se constatou nos resultados do *survey* um alto grau de relevância atribuído aos benefícios diretos em termos de ganhos de produtividade, de lucratividade, impacto no cliente e impulso à mudança de cultura. Os estudos de casos realizados por Santos e Martins (2008) com empresas brasileiras em fase de implementação do Seis Sigma revelaram que o pensamento estatístico facilita não apenas a comunicação e o entendimento dos métodos estatísticos, como também a disseminação da cultura de análise de dados de uma forma geral. Makrymichalos et al. (2005) apontam ainda que os benefícios potenciais advindos de uma utilização sistemática do pensamento estatístico em cada processo de negócio são garantidos e bem expressivos.

5 Conclusão e perspectivas de trabalho futuro

Este trabalho contribuiu para mostrar que, com a notoriedade alcançada pela metodologia Seis Sigma

nos últimos anos, intensificou-se o uso de estatística também nas indústrias de alimentos de médio e grande porte do Estado de São Paulo.

Com a realização do *survey*, foi possível identificar que as ferramentas e técnicas estatísticas básicas são usadas de forma mais frequente nas empresas desse setor econômico. Apesar do porte das empresas, verificou-se que o nível de maturidade da gestão da qualidade ainda precisa melhorar para que o potencial das ferramentas e técnicas mais complexas seja aproveitado e explorado de forma mais objetiva.

A hipótese de que o sucesso no uso de ferramentas e técnicas estatísticas depende da implantação bem sucedida das BPF e do APPCC foi corroborada. Este resultado reforçou ainda mais a importância destes programas como requisito primordial e essencial para potencializar o uso de outras iniciativas de gestão da qualidade mais abrangentes.

Notou-se que a adoção de iniciativas como o Seis Sigma está evoluindo positivamente com o crescimento da consciência dos profissionais acerca da relevância dos princípios do pensamento estatístico. O *survey* forneceu evidências de que é alto o grau de relevância destes princípios. Se aplicados de forma apropriada, propiciam benefícios diretos em termos de melhoria da produtividade, ganhos financeiros, aumento da satisfação dos clientes e mudança de cultura em prol da qualidade.

Além dos pontos salientados acima pelos resultados do *survey*, este trabalho buscou valorizar a preocupação com os aspectos metodológicos no planejamento da coleta de dados. Definir o instrumento adequado aos objetivos da pesquisa é de suma importância, porém nem sempre é tarefa fácil. Nesta pesquisa, o instrumento foi previamente avaliado por três pesquisadores da área de gestão da qualidade que validaram o conteúdo e o alinhamento com os objetivos propostos. O plano de coleta de dados é outra etapa do procedimento metodológico que requer cuidado. Em função das dificuldades de se fazer levantamentos primários no Brasil, a expectativa sobre a taxa de retorno nem sempre pode ser otimista. Por isso, englobar uma gama maior de alternativas para aumentar a taxa de retorno das respostas foi um dos aspectos fundamentais deste trabalho para obtenção de consistência nos resultados e de medidas de confiabilidade estatisticamente satisfatórias.

5.1 Perspectivas de trabalho futuro

Durante o desenvolvimento deste trabalho, encontrou-se certa limitação de publicações mais específicas sobre a adoção de Seis Sigma como programa de qualidade na cadeia agroalimentar em geral. Também são restritas publicações que envolvam as práticas de *Lean manufacturing* empregadas em indústrias de alimentos. Apesar disso, a literatura

recente vem destacando o potencial da integração dessas duas metodologias que estabeleceu o *Lean Seis Sigma*. Em trabalho futuro, pretende-se realizar estudos exploratórios em indústrias alimentícias com o intuito de compreender melhor o motivo da escolha de determinadas técnicas e ferramentas do *Lean Seis Sigma* empregadas nos projetos dirigidos a reduzir variação e desperdício, considerando o impacto na qualidade, entrega e custo.

Agradecimento

As autoras agradecem aos avaliadores a inestimável contribuição das várias sugestões que possibilitaram o aprimoramento da versão final do artigo. Também agradecem à FAPESP e à Fundunesp o apoio financeiro à pesquisa.

Referências

- AGRESTI, A. **Categorical Data Analysis**. 2th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002. 637 p. <http://dx.doi.org/10.1002/0471249688>
- ALSALEH, N. A. Application of quality tools by the Saudi food industry. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 2, p. 150-161, 2007. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780710729999>
- ANDERSON, R.; ERIKSSON, H.; TORSTENSSON, H. Similarities and differences between TQM, Six sigma and Lean. **The TQM Magazine**, v. 18 n. 3, p. 282-296, 2006. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780610660004>
- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo *survey* exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 203-219, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200002>
- ANTONY, J. Six Sigma in the UK service organisations: results from a pilot survey. **Managerial Auditing Journal**, v. 19, n. 8, p. 1006-1013, 2004. <http://dx.doi.org/10.1108/02686900410557908>
- ANTONY, J.; KUMAR, M.; MADU, C. M. Six sigma in small and medium-sized UK manufacturing enterprises: some empirical observations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 22, n. 8, p. 860-874, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710510617265>
- ARNHEITER, E.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and six sigma. **The TQM Magazine**, v. 17, n. 1, p. 5-18, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780510573020>
- BENDEL, T. A review and comparison of six sigma and the lean organizations. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 3, p. 255-262. 2006. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780610659989>
- BOYER, K. K. et al. Print versus electronic surveys: a comparison of two data collection methodologies. **Journal of Operations Management**, v. 20, n. 4, p. 357-373, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00004-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00004-9)

- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 ago. 1997.
- BRITZ, G. C. et al. **Improving performance through statistical thinking**. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2000. 171 p.
- COLEMAN, S. Y.; STEWARDSON, D. J. Use of measurement and charts to inform management decisions. **Managerial Auditing Journal**, v. 17, n. 1-2, p. 16-19, 2002. <http://dx.doi.org/10.1108/02686900210412199>
- COUPER, M. P.; BLAIR, J.; TRIPLETT, T. A comparison of mail and e-mail for a survey of employees in federal statistical agencies. **Annual Conference of the American Association for Public Opinion Research**, 1997, Norfolk. Proceedings... 1997.
- FIGUEIREDO, V. F.; COSTA NETO, P. L. O. Implantação do HACCP na indústria de alimentos. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, p. 100-111, 2001.
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414310>
- FOTOPOULOS, C.; KAFETZOPOULOS, D.; GOTZAMANI, K. Critical factors for effective implementation of the HACCP system: a Pareto analysis. **British Food Journal**, v. 113, n. 5, p. 578-597, 2011. <http://dx.doi.org/10.1108/00070701111131700>
- GRIGG, N. Statistical process control in UK food production: an overview. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 15, n. 2, p. 223-238, 1998. <http://dx.doi.org/10.1108/02656719810196360>
- GRIGG, N.; McALINDEN, C. A new role for ISO 9000 in the food industry? Indicative data from the UK and mainland Europe. **British Food Journal**, v. 103, n. 9, p. 644-656, 2001. <http://dx.doi.org/10.1108/00070700110407003>
- GRIGG, N.; WALLS, L. Developing statistical thinking for performance improvement in the food industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 4, p. 347-369, 2007a. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710710740536>
- GRIGG, N.; WALLS, L. The role of control charts in promoting organizational learning: new perspectives from a food industry study. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 1, p. 37-49, 2007b. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780710720826>
- HAIR JUNIOR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5th ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.
- HUARNG, F.; CHEN, Y. Relationships of TQM philosophy, methods and performance: a survey in Taiwan. **Industrial Management & Data Systems**, v. 102, n. 4, p. 226-234, 2002. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570210423271>
- KUMAR, M. Critical factors and hurdles to six sigma implementation: the case of a UK manufacturing SME. **Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 3, n. 4, p. 333-351, 2007. <http://dx.doi.org/10.1504/IJSSCA.2007.017176>
- KUMAR, M.; ANTONY, J. Comparing the quality management practices in UK SMEs. **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 9, p. 1153-1166, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570810914865>
- KUMAR, M. et al. Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME: a case Study. **Production Planning & Control**, v. 17, n. 4, p. 407-423, 2006. <http://dx.doi.org/10.1080/09537280500483350>
- KUMAR, S.; WOLFE, A.; WOLFE, K. Using Six Sigma DMAIC to improve credit initiation process in a financial services operation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 57, n. 8, p. 659-676, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/17410400810916071>
- KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. **Technovation**, v. 16, n. 5-6, p. 708-715, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>
- MAKRYMICHALOS, M. et al. Statistical thinking and its role for industrial engineers and managers in the 21st century. **Managerial Auditing Journal**, v. 20, n. 4, p. 351-363, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/02686900510592043>
- MALHOTRA, M. K., GROVER, V. An assessment of survey research in POM: from constructs to theory. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 17 p. 407-425, 1998. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00021-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00021-7)
- MELLO, C. H. P. et al. **ISO 9001:2000: Sistema de Gestão da Qualidade para operações de produção e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002. 224 p.
- MEHRJERDI, Y. Z. Six-Sigma: methodology, tools and its future. **Assembly Automation**, v. 31, n. 1, p. 79-88, 2011. <http://dx.doi.org/10.1108/01445151111104209>
- MIGUEL, P. A. C.; ANDRIETTA, J. M. Benchmarking Six Sigma application in Brazil: best practices in the use of the methodology. **Benchmarking: an International Journal**, v. 16, n. 1, p. 124-134, 2009.
- NAKHAI, B; NEVES, J. S. The challenges of six sigma in improving service quality. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 26, n. 7, p. 663-68, 2009. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710910975741>
- NASLUND, D. Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods? **Business Process Management Journal**, v. 14, n. 3, p. 269-287, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/14637150810876634>
- PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The Six Sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance**. New York: McGraw-Hill Professional. 2000. 422 p.
- PINTO, S. H. B; CARVALHO, M. M.; LEE HO; L. Main quality programs characteristics in large size Brazilian companies. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 3, p. 276-291, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710810854287>
- RAISINGHANI, M. S. et al. Six Sigma: concepts, tools, and applications. **Industrial Management & Data**

- Systems**, v. 105, n. 4, p. 491-505, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570510592389>
- SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J. A. The integration of Six Sigma and lean management. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 249-274, 2010. <http://dx.doi.org/10.1108/20401461011075035>
- SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 43-56, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2008000100006>
- SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. **Produção**, v. 20, n. 1, p. 42-53, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132010005000003>
- SCHROEDER, R. G. et al. Six Sigma: definition and underlying theory. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.06.007>
- SENAPATI, N. R. Six Sigma: myths and realities. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 21, n. 6, p. 683-690, 2004. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710410542070>
- SILVA, A. L.; GANGA, G. M. D.; SILVA, V. C. O. S. A integração da Produção Enxuta e as ferramentas de análise e melhoria de desempenho: TQM, BSC. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 10., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: Unesp Bauru, 2003.
- TOLEDO, J. C.; BATALHA, M. O.; AMARAL, D. C. Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 2, 2000.
- TJAHJONO, B, et al. Six Sigma: a literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 216-233, 2010. <http://dx.doi.org/10.1108/20401461011075017>
- ZHANG, Y. Using the Internet for Survey Research: A Case Study. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 51, n. 1, p. 57-68, 1999. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(2000\)51:1%3C57::AID-ASI9%3E3.0.CO;2-W](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(2000)51:1%3C57::AID-ASI9%3E3.0.CO;2-W)

