

ÁREA TEMÁTICA: CONTABILIDADE E CONTROLADORIA

Adoção do *Six Sigma* pelas 500 Maiores Empresas em Portugal

Use of the Six Sigma by the 500 Largest Companies in Portugal

Adopción del Six Sigma por las 500 Mayores Empresas de Portugal

Ana Cristina Mendes da Conceição¹
Maria João Martins Ferreira Major²

Recebido em 22 de março de 2011 / Aprovado em 21 de setembro de 2011

Editor Responsável: Ivam Ricardo Peleias, Dr.

Processo de Avaliação: *Double Blind Review*

RESUMO

O *Six Sigma* teve sua gênese em empresas industriais de grande porte que o implementaram como uma ferramenta para redução de falhas na área de produção. Seu sucesso inicial estimulou o emprego desta ferramenta em organizações de outros setores em outras áreas além da de produção. O resultado exitoso destas experiências conferiram ao *Six Sigma* um *status* de ferramenta de gestão. O objetivo deste estudo é investigar em que medida o *Six Sigma* está presente nas 500 maiores empresas não-financeiras portuguesas. A coleta de dados deu-se por intermédio de questionário. Os resultados revelam que o êxito na implementação do *Six Sigma* está condicionado ao envolvimento dos diversos níveis organizacionais. Além disto, os resultados reportam que a implementação do *Six Sigma* vem acompanhada de ganhos produtividade e, em geral, de uma maior satisfação dos clientes externos. Constatou-se ainda que há pequena expressão nas empresas analisadas embora o interesse pelo mesmo, como ferramenta de

gestão, seja apenas suplantado pela ISO 9001 e o *Balanced Scorecard*.

Palavras-chave: *Six Sigma*. Controle de gestão. Qualidade. Empresas a operar em Portugal.

ABSTRACT

The Six Sigma had its genesis in big industrial companies that have implemented it as a tool for reducing defects. The initial success encouraged its application in other areas and we see today successful implementation in other sectors such as services, and within their own organizations in other areas beyond production, setting; this has contributed to Six Sigma being recognized as a new management model.

In order to determine the extent to which Six Sigma is present in Portuguese companies, a questionnaire has been designed to target the 500 largest, non-financial companies, operating in Portugal. From the analysis of the results, we can conclude that top management support

1. Mestre em Contabilidade pelo Instituto Universitário de Lisboa, Portugal. [ana.conceicao1@gmail.com]

2. Doutora em Controle de Gestão pela Universidade de Manchester, UK. Professora do Instituto Universitário de Lisboa, Portugal. [maria.joao.major@iscte.pt]

Endereço das autoras: Av. das Forças Armadas, Edifício ISCTE, 1649-026 – Lisboa – Portugal

and the level of involvement of employees in developing and implementing Six Sigma projects are perceived as critical factors in successful implementations. In terms of impact on the organization's adoption of Six Sigma, research conducted showed that after its implementation there have been gains in productivity and, in general, a greater satisfaction of external customers. Furthermore, findings evidenced that Six Sigma still has little expression in the large Portuguese companies, although there is an interest in this approach, only superseded by ISO 9001 and the Balanced Scorecard approach.

Key words: *Six Sigma*. Management control. Quality. Firms in Portugal.

RESUMEN

El *Six Sigma* tuvo origen en empresas industriales de grandes dimensiones que lo implementaron como sistema para reducir defectos. El 'éxito' inicial incentivó su aplicación en otras áreas menos convencionales y actualmente se comprueban casos de 'éxito' en otros sectores de actividad, como servicios y, además de la producción, en otras áreas dentro de las propias organizaciones, configurándose realmente como un nuevo modelo de gestión. Con la finalidad de determinar en qué medida el *Six Sigma* está presente en las empresas portuguesas, se elaboró un cuestionario dirigido a las 500 mayores empresas, no financieras que operan en Portugal. Por el análisis de los resultados obtenidos, se concluyó que el factor humano se considera factor crítico de 'éxito' para adoptar el *Six Sigma*, desde la gestión de la alta administración hasta el equipo designado para implementar y desarrollar los proyectos *Six Sigma* para los demás trabajadores de la organización. Además del grado del impacto de la adopción del *Six Sigma* en la organización, la investigación dirigida mostró que después de su implementación se constató incremento de la productividad, y en general, mayor satisfacción de los clientes externos. Se observó también que el *Six Sigma* tiene poca significación en las grandes empresas portuguesas, a pesar de haber interés en este proyecto, reemplazado apenas por la ISO 9001 y por el *Balanced Scorecard*.

Palabras clave: *Six Sigma*. Control de gestión. Calidad. Empresas que operan en Portugal.

1 INTRODUÇÃO

O *Six Sigma* tem vindo a ser descrito intensivamente desde a década de 1980, quando foi desenvolvido, como uma abordagem que permite melhorar a qualidade dos produtos e processos elevando o grau de satisfação dos clientes e a *performance* global das organizações. Para tal, referem os seus defensores, recorre a ferramentas estatísticas que visam a reduzir a variabilidade na qualidade dos produtos e processos e a redução de desperdícios, privilegiando os produtos e processos que acrescentam valor para a empresa e que são considerados como críticos pelos clientes.

Apesar da enorme divulgação que tem tido nível internacional e dos aparentes benefícios decorrentes da sua implementação, existe um limitado número de estudos sobre qual o grau de disseminação da abordagem nos vários países, bem como sobre quais os fatores considerados como críticos para o 'sucesso' da sua implementação (CARVALHO; HO; PINTO, 2007; CHENG, 2007; IWAARDEN et al., 2008). Tal desconhecimento é particularmente considerável no que se refere ao nível da adoção e benefícios proporcionados entre os gestores de empresas a operar em Portugal.

A escassez de conhecimento sobre o *Six Sigma* em Portugal suscitou a condução da investigação que neste artigo se apresenta, constituindo o objectivo principal avaliar o grau de adopção do *Six Sigma* nas maiores empresas a operar em Portugal. Pretende-se, assim, verificar qual o nível de conhecimento da abordagem *Six Sigma* pelos gestores portugueses; identificar as características das grandes empresas que adotaram o *Six Sigma* em Portugal; e, determinar as causas da não adoção do *Six Sigma* pelas grandes empresas localizadas em Portugal. Concretamente, pretende-se com o estudo efetuado, averiguar se em Portugal, existe um interesse idêntico sobre o *Six Sigma* ao reportado em outros países, qual o nível de conhe-

cimento dos gestores Portugueses sobre esta abordagem e determinar quais os factores que conduziram à sua adoção/não adoção. Para tal procedeu-se à preparação de um questionário, o qual teve como destinatários os gestores das 500 maiores empresas não financeiras a operar em Portugal, de acordo com a seriação efetuada pela revista Exame 500 Maiores e Melhores (2009).

O presente artigo encontra-se estruturado em quatro seções para além da seção de introdução. Na seção 2 é efetuada uma revisão da literatura sobre o *Six Sigma*; na seção seguinte, discute-se qual a metodologia que foi adotada na investigação conduzida, bem como é caracterizada a população em estudo e descrita como foi a amostra selecionada. Seguidamente, na seção 4 apresentam-se e analisam-se os dados obtidos, sendo as conclusões finais apresentadas na secção 5.

2 A ABORDAGEM SIX SIGMA

2.1 O *Six Sigma* como uma abordagem estratégica

O *Six Sigma* está intimamente ligado à qualidade, sendo que para alguns autores, como Fisher e Nair (2009) e Green (2006), trata-se de mais uma ferramenta do *Total Quality Management* (TQM) – filosofia que privilegia a qualidade. Contudo, na opinião de outros autores, como Rowlands (2003), o *Six Sigma* é uma nova abordagem que tem por base princípios defendidos inicialmente por gurus da qualidade como *Deming*, *Juran* e *Taguchi*, entre outros.

Johnson (1992) e Venkateswarlu e Nilakant (2005) argumentam que a competitividade das empresas depende dessas considerarem a inovação e a melhoria contínua, não como uma solução esporádica para a resolução de um problema, mas como uma filosofia de gestão pela qual se devem pautar todos os elementos da organização. Assim, é dada primazia às necessidades dos clientes em vez do apuramento de custos, por meio de um modelo de gestão *bottom-up* que se baseia nos requisitos dos clientes e nos contributos dos colabo-

radores da organização. Este processo de melhoria contínua pela qualidade designa-se *Total Quality Management*.

Na década de 1990, na sequência das crescentes críticas ao TQM, Kaplan e Norton (1992, 1996) desenvolvem e propõem uma nova metodologia que traduz a visão e a estratégia da empresa num conjunto de indicadores de desempenho, o *Balanced Scorecard* (BSC). O BSC visa a permitir o alinhamento das ações de cada departamento ou indivíduo com os objetivos globais da organização, melhorando a comunicação desses objetivos entre os vários níveis hierárquicos (KAPLAN; NORTON, 1996).

O *Six Sigma* surgiu no início da década de 1980, desenvolvido pela *Motorola*, que vinha a perder competitividade face às empresas estrangeiras que produziam com melhor qualidade e a custos inferiores. Depois da empresa japonesa *Matsushita Electric Industrial Company* ter assumido a gestão de uma fábrica que produzia componentes para a televisão *Quasar* e ter conseguido com os recursos existentes reduzir custos aumentando a qualidade, a *Motorola* concluiu que a mudança era uma questão de sobrevivência tendo desenvolvido e implementado o *Six Sigma*. Os resultados alcançados granjearam-lhe em 1988, o *Malcolm Baldrige National Quality Award*¹, tendo em consequência sido dada projeção junto ao universo empresarial desta nova abordagem. O reconhecimento do mérito do *Six Sigma*, ainda que inicialmente desenvolvido como uma mera ferramenta estatística, fez com que outras grandes empresas como a *General Electric*, a *Honeywell*, a *Sony*, a *Texas Instruments* e a *Ford*, o adoptassem (CARVALHO; ROTONDARO, 2005).

*Six Sigma*², pela sua denominação é possível compreender que se está perante uma abordagem que privilegia o uso de ferramentas estatísticas. A utilização do desvio padrão pretende analisar a variabilidade dos processos, analisando a sua consistência e prevenindo a ocorrência de defeitos que significam custos acrescidos. De fato, com a aplicação do *Six Sigma* pretende-se diminuir a variação de um processo até se atingir uma meta de 3,4 defeitos (fora dos limites de especificação) por milhão de oportunidades,

garantido um processo praticamente isento de erros. O processo não se mantém centralizado ao longo do tempo, sofrendo a influência de vários fatores que provocam o seu deslocamento em relação ao valor de especificação, sendo que em regra essa variação é de $\pm 1,5\sigma$ (*ibid*). No Quadro 1 pode-se verificar para os vários níveis *sigma* (que admitimos corresponderem aos níveis de especificação) qual a respectiva proporção de peças defeituosas, considerando uma análise de curto prazo (processo centralizado) ou de médio/longo prazo (processo com um deslocamento de $\pm 1,5\sigma$).

Nível σ do processo a curto prazo	Nível σ do processo a longo prazo	PPM
6 σ	4,5 σ	3,4
5 σ	3,5 σ	233
4 σ	2,5 σ	6.210
3 σ	1,5 σ	66.807
2 σ	0,5 σ	308.537

Quadro 1 – Nível *Sigma* e partes por milhão (ppm) a curto e a longo prazos.

Fonte: Carvalho e Rotondaro (2005, p. 143).

Regra geral: as empresas aceitam como norma o nível três ou quatro *sigma* na sua *performance* e os correspondentes 6.210 e 66.807 defeitos por milhão de oportunidades. Contudo, os custos e as crescentes expectativas dos consumidores fizeram subir esse patamar para o nível seis *sigma* até 3,4 erros por milhão de oportunidades. Nas empresas com um nível três ou quatro *sigma*, o custo da não qualidade representa uma fatia³ considerável dos seus proveitos, sendo essencialmente custos de qualidade com falhas externas (KELLER, 2003; PYZDEK, 2003) (ver Gráfico 1).

À medida que a organização aumenta o seu nível *sigma* os custos da não qualidade decrescem, atingindo 1 a 2% no nível 6 σ , representados por custos de prevenção. Essa redução nos custos de qualidade é muito acentuada, em virtude da poupança associada à correcção de falhas externas, ser canalizada para investimento noutras actividades

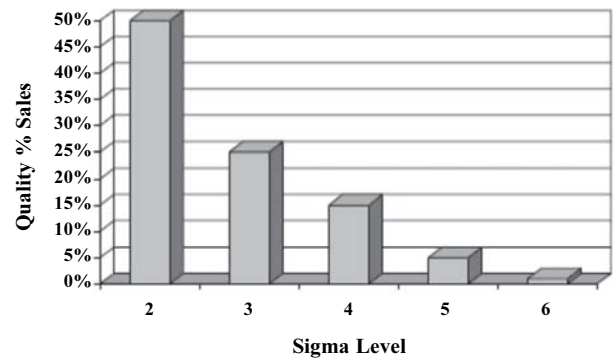


Gráfico 1 – Custo da má qualidade *versus* nível *sigma*.

Fonte: Pyszdec (2003, p. 6).

que acrescentam valor. A abordagem *Six Sigma* permite controlar a estabilidade do processo por meio da adoção sistemática de técnicas de controle estatístico que lhe permitem prever o comportamento desse processo. Num processo considerado estável é usado o nível *sigma* para definir a *capability*⁴ do processo, isto é, para verificar se um dado processo é capaz de produzir segundo as especificações pré-determinadas pelos clientes. A qualidade é definida pelo cliente que avalia a capacidade do produto/serviço de satisfazer as suas necessidades. São identificadas características que os clientes consideram como tendo mais impacto na qualidade dos produtos ou serviços e que passam a constituir os limites de especificação desses produtos ou serviços. Todos os atributos do produto que não satisfaçam uma necessidade do cliente, são considerados como defeitos, representando custos desnecessários a eliminar (GEORGE; ROWLANDS; KASTLE, 2008).

O *Six Sigma* não é uma mera ferramenta de melhoria da qualidade dos produtos e processos da empresa, pois ao promover um alinhamento estratégico pode ser, igualmente, considerado como uma *business strategy* (ANTONY, 2008; ANTONY et al., 2004; FRANCO, 2001) uma vez que a seleção dos projetos a desenvolver deve estar de acordo com os objetivos da organização como um todo. Para além disto, o *Six Sigma* permite a combinação do controle de qualidade com eficiência financeira ao auxiliar a gestão de topo a identificar os processos que não acrescentam valor e que devem ser eliminados, melhorando os resultados

da organização. Segundo Aghili (2009, p. 38) o *Six Sigma* alcança estes resultados por meio da utilização de uma “*powerful set of tools*” que possibilitam a existência de controles internos mais eficientes. Para promover esse alinhamento Antony e Bhaiji (2002) e Pyzdec (2003) defendem que em primeiro lugar é necessário identificar os processos-chave de acordo com o conceito de cadeia de valor de Porter, para uma melhor compreensão do negócio e das interdependências dos processos. Identificados os processos de relevância estratégica é necessário identificar quais os clientes e as suas necessidades e definir unidades de medida que permitam efetuar uma avaliação dos resultados alcançados face aos recursos dispendidos. Os projetos a desenvolver no âmbito do *Six Sigma* devem estar direcionados para a obtenção de resultados financeiros sólidos, identificáveis e mensuráveis (GYGI; DECARLO; WILLIAMS, 2005). Neste seguimento, Santos e Martins (2008) concluem que o conceito do *Six Sigma* evoluiu de uma abordagem estatística para uma abordagem estratégica.

2.2 Factores para o ‘Sucesso’ na Implementação do *Six Sigma*

Para que um projecto *Six Sigma* seja bem sucedido deve preencher um certo número de requisitos, entre os quais não deve se limitar a ser uma ferramenta estatística, mas uma ferramenta estratégica de apoio à gestão, ao privilegiar os projetos que estejam alinhados com os objetivos do negócio e com os requisitos dos clientes. Os requisitos de desempenho definidos pelo cliente para um produto ou serviço constituem os requisitos críticos para a qualidade, isto é, são os *Controls Technicals Quality* do cliente (ANDRIETTA; MIGUEL, 2002) e devem ser a principal prioridade para a melhoria dos processos. Simultaneamente, os projetos *Six Sigma* devem promover o alinhamento com a estratégia da empresa, pelo que é essencial que *a priori* haja uma adequada seleção de projetos. A definição das características críticas dos produtos ou serviços nem sempre é linear sendo apontada por vários autores como

uma das causas de ‘insucesso’ da abordagem *Six Sigma*. Antony et al. (2004, p. 11) propõem uma metodologia que permite capturar “*the true voice of the customer*”, conceito este na base do *Customer Centred Six Sigma Initiative*. O referido autor e seus colaboradores propõem a criação de uma matriz para a avaliação dos processos que são críticos para a satisfação das necessidades dos clientes. Essa matriz é constituída por quatro parâmetros: *Critical-to-quality*, *Critical-to-cost*, *Critical-to-delivery* e *Critical-to-responsiveness*. Segundo Antony et al. (2004), a definição de qualidade pelos clientes varia ao longo do tempo sendo uma conjugação, não só da qualidade dos produtos, mas também, do custo associado, da sua disponibilidade e da capacidade de resposta face à concorrência. A adopção desta matriz permite que a empresa se focalize nos processos que verdadeiramente acrescentam valor para o cliente e que se traduzirão em ganhos acrescidos para a própria empresa, por meio da conjugação de métricas de *performance* internas e externas.

Um outro fator crítico de ‘sucesso’ na implementação do *Six Sigma* advém do empenhamento da gestão de topo, do seu envolvimento nos projetos, na disponibilização dos recursos necessários, na mediação de conflitos e no exercício do efectivo poder de liderança motivado pelo respectivo sistema de recompensas. O empenho da gestão de topo é, igualmente, vital para a reforma cultural da organização com reflexo na motivação dos restantes colaboradores. As equipas responsáveis pela implementação dos projetos e os colaboradores da organização devem ser desde logo elucidados sobre o que é o *Six Sigma* e o porquê da necessidade da sua implementação. O incentivo à comunicação é essencial já que promove o envolvimento, minimiza a natural resistência à mudança e garante a sustentabilidade dos projectos *Six Sigma*.

Diversos autores (ANGEL; FROELICH, 2008; MCMANUS, 2008) defendem que, para que o *Six Sigma* seja mais do que um ‘sucesso’ efêmero de melhoria técnica de um processo, é necessário que a longo prazo a organização adote efetivamente uma cultura de inovação contínua. Contudo, a aversão que o *Six Sigma* tem ao risco,

uma vez que o risco aumenta a variação, pode ser um entrave para a dinamização da inovação, pelo que é necessário garantir o adequado equilíbrio e o desenvolvimento conjunto do *Six Sigma* e da inovação. O *Six Sigma* implica a utilização de recursos dispendiosos – os recursos humanos, aos quais é necessário providenciar adequada formação. A formação específica que é dada aos elementos integrantes nas equipas de projecto é essencial já que permite que haja uma hierarquização de competências técnicas evitando conflitos funcionais. A utilização de consultores para a implementação do *Six Sigma* é desejável, uma vez que enriquece os conhecimentos da equipa de projeto com a experiência adquirida por outras entidades que já implementaram o *Six Sigma* (FRANCO, 2001).

Além do elevado dispêndio em recursos humanos o ‘sucesso’ de um projecto *Six Sigma* depende da disponibilização de adequados recursos tecnológicos, sendo essencial a existência de uma infraestrutura tecnológica de suporte, quer ao nível de *hardware* quer de *software*. A metodologia *Six Sigma* tem por base a informação, o que implica um trabalho extensivo de recolha e de tratamento de dados que pode ser interpretado pelos colaboradores da empresa como “*junk work*” (CUTLER, 2008). Desta forma, é essencial a existência de um sistema de informação que permita a automatização da introdução de dados e a consequente diminuição de erros de operador, que integre a informação oriunda de diversas bases de dados e/ou sistemas de informação garantindo igualmente a sua compatibilidade com o software estatístico, que disponibilize a informação em tempo útil e que seja de fácil utilização, quer para a equipa *Six Sigma* quer para todos os elementos da organização.

Antony e Bhaiji (2002) defendem, ainda, que o programa *Six Sigma* deve abranger os principais fornecedores da empresa, dado que ao ligar os fornecedores às necessidades dos clientes, a qualidade nos produtos e serviços será superior. Este processo de integração pode, inclusive, permitir que as pequenas e médias empresas implementem o *Six Sigma* poupando nos custos de implementação ao recorrer à formação e conhecimentos dos seus parceiros de negócio (KELLER, 2001).

Com o desenvolvimento do projeto *Six Sigma* a melhoria dos processos deve passar pela sua flexibilidade, isto é, a transição entre as várias operações de um processo deve ser efectuada com rapidez. Para aumentar a rapidez num processo e, conseqüentemente, diminuir o seu *cycle time* é necessário diminuir a quantidade de trabalho em curso e diminuir a sua complexidade que regra geral é também sinónima de custos acrescidos (KELLER, 2001).

Poucos são os estudos sistemáticos realizados tendo como objetivo a investigação da disseminação do *Six Sigma* a nível de cada país, muito embora exista evidência empírica diversa apontando para um elevado conhecimento da abordagem em diversos pontos do globo. Dos escassos trabalhos realizados sobre esta questão distingue-se o estudo de Iwaarden et al. (2008), os quais efetuaram uma investigação sobre a adoção do *Six Sigma* nas grandes⁵ empresas dos Estados Unidos, do Reino Unido e da Holanda. Tendo por base a aplicação, em simultâneo, de um questionário em mais do que um país, os autores argumentam que o *Six Sigma* é uma “*transnational improvement methodology*” (IWAARDEN et al., 2008, p. 6756), uma vez que encontraram entre os gestores inquiridos a percepção comum que o *Six Sigma* é uma abordagem de melhoria centrada no cliente, com fortes ligações à estratégia da organização e aos resultados financeiros. Os resultados desta investigação adiantam, ainda, que são a melhoria da eficiência e da rentabilidade e a redução dos defeitos, os principais fatores que motivaram as empresas a adoptar o *Six Sigma*. Igualmente, analisados por estes autores foram os principais fatores críticos de ‘sucesso’ na implementação do *Six Sigma*. Os fatores críticos, apontados pelos inquiridos deste estudo, estão relacionados com o grau de divulgação dos resultados obtidos resultantes de projetos *Six Sigma*, o envolvimento da gestão de topo e o investimento na formação dos colaboradores. Por outro lado, foram identificados como os principais obstáculos que tiveram de ser ultrapassados a escassez de tempo, manutenção do envolvimento da gestão de topo, o elevado investimento em formação e a resistência dos trabalhadores.

Também Cheng (2007) realizou, em Taiwan, um estudo comparativo sobre a adoção do *Six Sigma* em empresas locais e multinacionais, avaliando fatores que influenciaram a decisão de adoção e fatores que constituíram obstáculos a essa adoção. Concluindo que esses fatores são comuns aos dois tipos de empresas e que os fatores que motivaram a adoção do *Six Sigma* foram o aumento da qualidade dos produtos, a redução de custos e a sua estratégia empresarial. Por sua vez, os fatores que dificultaram a adoção do *Six Sigma* pelas empresas objeto do estudo, consistiram na dificuldade de comunicação e de participação nos projectos pelos vários departamentos, lacunas na formação dos recursos humanos envolvidos e na liderança efectiva pela gestão.

No Brasil, Carvalho Ho e Pinto (2007), igualmente, analisaram a adoção do *Six Sigma* nas grandes empresas, tendo concluído que cerca de 23,5% das empresas estudadas o tinham implementado. Os factores críticos para a adoção do *Six Sigma* encontrados por estes autores foram a disponibilidade de recursos financeiros, seguida do envolvimento e o comprometimento da gestão de topo. O principal fator motivador, identificado por estas empresas no Brasil para a adoção desta abordagem, foi a melhoria da qualidade e produtividade enquanto que as principais dificuldades encontradas foram a disponibilidade dos funcionários e a complexidade das operações.

3 METODOLOGIA ADOTADA

Na realização do presente estudo foram estabelecidos quatro objetivos de investigação: (a) Verificar qual o nível de conhecimento da abordagem *Six Sigma* pelos gestores portugueses; (b) Avaliar o grau de adoção do *Six Sigma* nas maiores empresas a operar em Portugal; (c) Identificar as características das grandes empresas que adotaram o *Six Sigma* em Portugal; e, (d) Determinar os factores que conduziram à adoção / não adoção do *Six Sigma* pelas grandes empresas localizadas em Portugal. Em resultado dos objetivos de investigação propostos, foram consideradas as seguintes três questões de investigação:

(a) ‘Como é o *Six Sigma* percebido pelos gestores das grandes empresas em Portugal?’; (b) ‘Qual é o grau de adoção do *Six Sigma*, em Portugal, pelas grandes empresas e quais as principais características dessas empresas?’; e (c) ‘Quais as razões que motivaram ou inibiram as empresas a adotar o *Six Sigma* em Portugal?’.

Face às questões de investigação colocadas, optou-se por uma metodologia de investigação quantitativa – a metodologia de investigação por inquérito, por se julgar ser a mais adequada. O inquérito elaborado pretende recolher dados que validem as hipóteses anteriormente formuladas, por meio da análise estatística dos dados recolhidos (FERREIRA; SARMENTO, 2009).

No âmbito desta metodologia de investigação por inquérito, foi elaborado um questionário direcionado aos gestores, nomeadamente, *controllers* de gestão, responsáveis pela área da qualidade e diretores financeiros. A definição da população para a realização do inquérito teve como ponto de partida o *ranking* das 500 maiores empresas, não financeiras, a operar em Portugal, estudo elaborado pela Informa *D&B* (Portugal) e *Deloitte* para a revista Exame 500 Maiores e Melhores (2009), para o ano de 2008. A metodologia usada pela referida revista para listar as 500 maiores empresas teve por base as vendas líquidas, tendo sido apenas selecionadas as empresas com vendas líquidas superiores a 61,015 milhões de euros em 2008.

A opção de realizar o inquérito apenas para as empresas de maior dimensão deveu-se a dois fatores. Por um lado, porque, apesar de existirem estudos que apontam para a viabilidade de implementação do *Six Sigma* em pequenas e médias empresas, ser comumente aceite que a sua implementação é mais frequente em grandes organizações. Outro fator que contribuiu para esta opção foi a necessidade de se garantir uma taxa de resposta ao questionário, que permitisse a validação deste estudo empírico; regra geral, as empresas de menor dimensão não dispõem de tantos recursos como as de grande dimensão e, conseqüentemente, são mais reticentes a responder a questionários.

Como se referiu, o universo em estudo foi definido a partir da lista da revista Exame 500

Maiores e Melhores (2009), não tendo sido consideradas para análise as empresas que não se encontravam certificadas pela ISO 9001. As ISO são normas elaboradas pela *Internacional Organization for Standardization* e cuja série ISO 9000 respeita a Sistemas de Gestão de Qualidade. Esta organização não-governamental foi fundada em 1947, em Genebra, com o objetivo de estabelecer normas e padrões técnicos internacionais. As ISO da série 9000 constituem um instrumento de qualidade ao padronizarem procedimentos, estando atualmente implementadas em 162 países. A população é assim constituída por empresas certificadas com a ISO 9001, porque a infraestrutura de base de um *Total Quality Management* pressupõe a existência de um *Quality System* que segundo Juran e Godfrey (1998) as ISO da série 9000 constituem um bom ponto de partida.

Das 500 empresas, apenas 221 estavam certificadas com a ISO 9001, segundo dados da base de dados do Instituto Português de Acreditação (2009). As 221 empresas constituem a população analisada (N). Para calcular a dimensão da amostra (n) e, em virtude de se desconhecer a dispersão, optou-se pela hipótese mais pessimista assumindo-se a dispersão máxima ($p=1$). A amostra selecionada é constituída por 202⁶ empresas, que representam um nível de confiança de $\lambda=95\%$ para um nível de precisão ou erro de 2%.

Obtida a dimensão da amostra, o processo de amostragem utilizado para a inclusão dos elementos da população na amostra, foi a amostra aleatória estratificada, consoante a localização da sede das empresas, tendo-se seguido a classificação adotada pela revista Exame 500 Maiores e Melhores (2009) que, no estudo realizado dividiu o país por seis regiões: Lisboa e Vale do Tejo, Centro, Norte, Algarve, Açores e Madeira. Dado o número de empresas que compõem a amostra, com sede localizada no Algarve, nos Açores ou na Madeira, ter-se revelado reduzido, optou-se por agregar estas três regiões numa única, pelo que na nossa análise consideramos a existência de quatro regiões: Lisboa e Vale do Tejo, Norte, Centro e o quarto grupo composto pelas empresas com sede nas Regiões Autônomas e no Algarve. Os elementos foram retirados da amostra de forma aleató-

ria, mas, garantindo-se que a proporção de empresas existente em cada grupo na população se mantinha na amostra. Dadas as características do estudo empírico foi objeto de preocupação não só garantir que a amostra representasse a população em relação à dispersão geográfica, como também que se verificasse comparabilidade entre os dois segmentos, populacional e amostral, face ao setor de atividade da empresa.

Para se verificar se existia aderência da amostra à população, e pelo fato de a variável ser nominal com mais de duas categorias, foi usado o teste de aderência do Qui-Quadrado⁷ cujo resultado obtido foi de '9,1'. Foram considerados dez setores de atividade para se garantir que não existiam frequências esperadas inferiores a '5', pois nesse caso a interpretação do nível de significância do teste poderia nos induzir a retirar conclusões erradas. Os dez setores de atividade considerados foram: (1) Agroindústria; (2) Água, electricidade e gás; (3) Celulose e papel, Edição, informação e artes gráficas, Madeira, cortiça e móveis, Higiene e limpeza, Têxteis, Equipamento de transporte, Hotelaria e restauração, Telecomunicações, Material elétrico e de precisão; (4) Comércio, Comércio de veículos automóveis, Comércio eletro-eletrónico; (5) Construção; (6) Distribuição alimentar, Distribuição de combustíveis, Transportes e distribuição; (7) Metalomecânica e metalurgia de base; (8) Minerais metálicos e não metálicos; (9) Produtos farmacêuticos, Química; e (10) Serviços.

Das tabelas do Qui-Quadrado com 9 graus de liberdade para um nível de significância de 5%, obteve-se a região de aceitação igual a $[0; 16,9[$ e a região crítica igual a $[16,9; +\infty[$, pelo que o valor do teste pertence à região de aceitação. Podemos concluir que não existe evidência estatística de persistir um desajustamento entre os segmentos amostral e populacional, já que a probabilidade do valor do teste pertencer à região crítica é de apenas 5%, probabilidade muito pequena, o que nos levou a aceitar a hipótese H_0 .

O questionário realizado é composto por diferentes tipos de questões: questões abertas, fechadas e parcialmente fechadas (DILLMAN, 2007). Os vários tipos de questões acarretam vantagens e desvantagens, pelo que se optou pela

realização de um *mix* dos vários tipos, que possibilitasse a obtenção de “informação qualitativa para complementar e contextualizar a informação quantitativa obtida pelas outras variáveis” (HILL; HILL, 2000, p. 95). O questionário foi estruturado em três partes: na seção A foram colocadas questões para avaliar a forma como o *Six Sigma* é percebido pelas organizações e pelos seus responsáveis; a seção B é constituída por questões para caracterização da organização e dos responsáveis pelo preenchimento do inquérito; e a seção C, em que foi dada a possibilidade aos inquiridos de manifestarem o seu ponto de vista sobre questões não abordadas no questionário.

A seção A é constituída por doze questões. As duas primeiras questões, do tipo parcialmente fechadas, são dirigidas directamente ao inquirido. A primeira pretendia avaliar a percepção do responsável pelo preenchimento do questionário sobre o que é o *Six Sigma*, sendo que a primeira hipótese, ‘*desconhece por completo*’, caso fosse seleccionada, encaminhava-o directamente para a Seção B do questionário. Deste modo, pretendeu-se evitar que se estivessem a colocar questões para as quais os inquiridos não eram detentores da informação necessária para as responder (FOWLER, 1995). A seguinte, questionava quais os fatores que segundo a opinião dos inquiridos são críticos para o ‘sucesso’ da abordagem *Six Sigma*. Nesta questão cada fator deveria ser classificado relativamente ao seu grau de importância por meio de uma escala ordinal de 5 posições (1- *Sem importância*, 3- *Importância média* e 5- *Muito importante*). Estas duas primeiras questões foram deliberadamente colocadas no início do questionário, pois pretendia-se avaliar a percepção dos gestores sobre o que é o *Six Sigma* e quais os fatores que condicionam o seu ‘sucesso’, independentemente de nas organizações estar ou não implementada esta abordagem. Na terceira questão, do tipo fechada, pretendia-se determinar o grau de implementação do *Six Sigma* nas grandes empresas, em Portugal. Caso a resposta fosse afirmativa o inquirido deveria continuar a responder às seis questões seguintes, caso contrário, era direccionado directamente para a décima questão e seguintes. Nas questões direccionadas para as empresas que adoptam o *Six*

Sigma, a primeira pretendia determinar quais as motivações das empresas para a implementação desta abordagem, atribuindo-se uma classificação relativamente ao seu grau de importância por meio de uma escala ordinal de 5 posições (1- *Sem importância*, 3- *Importância média* e 5- *Muito importante*). A mesma metodologia foi usada na questão seguinte em que se pretendia determinar quais as principais dificuldades sentidas pelas organizações no processo de implementação. A sexta pergunta pretendia identificar quais as abordagens de controle de gestão que se encontram integradas com o *Six Sigma*, nas organizações. As duas questões seguintes destinavam-se a avaliar o grau de desempenho alcançado pelas organizações com a implementação do *Six Sigma*. A última questão direccionada para as organizações que adoptaram o *Six Sigma* é uma questão do tipo aberta, em que se pretendia averiguar se os objetivos traçados pelas organizações foram ou não plenamente alcançados com a adoção do *Six Sigma*.

Para as empresas que não implementaram o *Six Sigma* colocaram-se três questões. A primeira pretendia determinar quais as razões justificativas para a não implementação do *Six Sigma* nas organizações, atribuindo-se uma classificação relativamente ao seu grau de importância por meio de uma escala ordinal de 5 posições (1- *Sem importância*, 3- *Importância média* e 5- *Muito importante*). A questão seguinte pretendia averiguar se existia a intenção de adotar e implementar o *Six Sigma* e, por último, caso a empresa optasse pela sua implementação, quais as necessidades que o inquirido pressupunha que poderiam ser colmatadas.

A seção B é constituída por 4 questões destinadas a caracterizar as organizações e os responsáveis pelo preenchimento do questionário, como se referiu anteriormente. A seção C é composta por uma questão do tipo aberta para permitir que os inquiridos pudessem indicar, questões não abordadas e com relevância, para um complemento da análise do *Six Sigma* como um novo modelo de controlo de gestão.

O questionário foi sujeito a um teste de coerência e validação e, posteriormente, foi aplicado um questionário piloto, de acordo com o recomendado por Ferreira e Sarmento (2009),

tendo os respectivos contributos, sido incorporados no questionário. Após a conclusão da versão final do questionário, iniciou-se o trabalho de campo para a obtenção de respostas. Os meios de recolha de dados usados foram essencialmente eletrônicos, tendo, igualmente, sido efetuado o recurso à via postal, quando tal foi solicitado pelos inquiridos. Numa primeira fase, foram efetuados contatos telefônicos para cada uma das empresas incluídas na amostra. Esta primeira abordagem teve como objetivos a obtenção de um elemento de contato na empresa, sensibilizar o futuro inquirido para a relevância e âmbito do estudo e, por fim, verificar qual a melhor forma de envio do questionário para a empresa. O envio do questionário por diferentes meios permitiu, não só colmatar as vantagens e desvantagens que cada um deles incorpora, mas, essencialmente ir ao encontro das necessidades das empresas, incentivando as suas respostas.

Na segunda fase, que decorreu entre Novembro de 2009 e Janeiro de 2010, os questionários foram enviados aos elementos que compõem a amostra. O questionário foi acompanhado por uma carta de motivação em que se apresentava o trabalho de investigação; a população alvo do estudo empírico; o tempo médio de resposta, que se estimou em cerca de 20 minutos; os meios de envio das respostas (carta, *email* ou fax) e a informação de garantia de confidencialidade da identificação das empresas e dos inquiridos. Na terceira fase, que se iniciou a Janeiro de 2010 e se prolongou até ao fim de Fevereiro de 2010, foram efetuados novos contatos telefônicos para as empresas que não tinham respondido ao questionário, com o objetivo de confirmar a adequada recepção do questionário pela empresa e estimular as respostas. Essa realização de múltiplos contatos foi essencial para a obtenção de um maior número de respostas, conforme preconizado por Dillman (2007).

Para garantir a qualidade dos resultados e averiguar se as respostas dos questionários recebidos na terceira fase não diferiam das respostas dos inquiridos, recebidas na fase anterior, foram efetuados testes estatísticos, por meio da comparação das taxas médias de resposta, não tendo sido identificadas diferenças significativas.

4 DESCRIÇÃO DO ESTUDO EMPÍRICO

4.1 Caracterização dos elementos da amostra que responderam ao questionário

A fase de recolha de dados decorreu no período compreendido entre novembro de 2009 e fevereiro de 2010, tendo-se obtido 67 respostas válidas (ver Tabela 1), tendo sido obtidas 62 respostas por email (92,5% das respostas obtidas), 4 por fax (6%) e uma por via postal (1,5%), o que corresponde a uma taxa de resposta de 33,17%. Das respostas recebidas 2 não foram utilizadas, em virtude do questionário não estar devidamente preenchido. As restantes 133 empresas não responderam ao questionário. Para a análise dos dados obtidos com as respostas dos questionários, recorreu-se a várias ferramentas estatísticas, por meio da utilização do programa informático *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 17.0.

Tabela 1 – Análise da taxa de resposta do questionário.

	Nº Questionários (NQ)	% Amostra (NQ/202)
Respostas válidas	67	33,17%
Respostas não usadas	2	0,99%
Ausência de resposta	133	65,84%
Total amostra	202	100,00%

Fonte: dos autores.

A caracterização das empresas que responderam ao questionário e cujas respostas foram consideradas como válidas encontra-se exposta no Quadro 2.

Os responsáveis pelo preenchimento do questionário foram essencialmente pessoas com a área de formação de Engenharia (57%) e das áreas de Gestão e Economia (18%). Para além destes inquiridos, 7% têm formação de base na área de Engenharia e pós-graduação/mestrado em Gestão, sendo que apenas 13% dos elementos que responderam ao questionário têm formação noutras áreas, como Recursos Humanos. Os restantes 4% correspondem a respostas de questioná-

	Caracterização da população	Caracterização das empresas responsáveis
Taxa de resposta		33,17%.
Localização geográfica da sede	Lisboa e Vale do Tejo (62%); Região Norte (24%); Região Centro (11%); Açores, Madeira e Algarve (2%).	Lisboa e Vale do Tejo (61%); Região Norte (21%); Região Centro (15%); Açores, Madeira e Algarve (3%).
Sector de atividade	Sector 5 (15%); Sector 4 (14%); Sector 3 (14%); Sector 10 (12%); Outros sectores (45%).	Sector 5 (27%); Sector 4 (15%); Sector 3 (9%); Sector 10 (12%); Outros sectores (37%).
Número de trabalhadores	<100 (10%); ≥ 100 e <250 (25%); ≥ 250 e <500 (27%); ≥ 500 e <1000 (18%); e ≥ 1000 trabalhadores (21%).	<100 (7,46%); ≥ 100 e <250 (28,36%); ≥ 250 e <500 (22,39%); ≥ 500 e <1000 (25,37%); e ≥ 1000 trabalhadores (16,42%).
Dimensão da empresa (volume de vendas médio)	Volume de vendas médio de 305.546.900 milhares de euros. Mediana de 111.153.720 milhares de euros.	Volume de vendas médio de 193.752.933 milhares de euros. Mediana de 107.379.153 milhares de euros.
Controle acionista		Sede do grupo (28%); Divisão do grupo (26%); Unidades operacionais (25%); Não pertence a um grupo económico (21%).

Quadro 2 – Caracterização do grupo de respondentes.

Fonte: dos autores.

rios que não contemplam a informação relativa à área de formação do responsável pelo preenchimento do questionário. Em termos das áreas funcionais em que trabalham nas empresas verificou-se que uma larga percentagem dos indivíduos que responderam ao questionário são responsáveis pelo departamento/direcção de Qualidade, Ambiente e Segurança (58%).

4.2 Análise aos resultados do inquérito

Um dos objectivos propostos com a realização do referido trabalho foi o de avaliar qual o nível de conhecimento da abordagem *Six Sigma* pelos gestores portugueses.

Como se referiu na revisão de literatura, o *Six Sigma* combina ferramentas estatísticas para melhorar o desempenho dos produtos e processos, reduzir a sua variabilidade e manter de forma consistente a qualidade dos *outputs*, com um alinhamento estratégico que privilegia os produtos e processos que acrescentam valor para a empresa. Avaliando a percepção dos inquiridos sobre o

que é o *Six Sigma*, constatou-se que 43,3% daqueles consideram que o *Six Sigma* é uma abordagem orientada para o controlo de gestão. Contudo, verificou-se que persiste uma forte associação do *Six Sigma* à abordagem estatística, tendo 37,3% dos inquiridos, seleccionada a opção ‘*é uma ferramenta estatística de controlo de qualidade*’ e 20,9% dos inquiridos seleccionado, em simultâneo, estas duas opções. Na opção ‘*outros*’ 7,46% associaram o *Six Sigma* à abordagem de gestão e 5,97% à abordagem estatística. A associação do *Six Sigma* ao TQM é efetuada por 28,4% dos inquiridos que consideram que o ‘*Six Sigma é uma ferramenta do TQM*’, não obstante 14,92% terem seleccionado, igualmente, a opção ‘*é uma abordagem para o controlo de gestão*’. Apenas 6% dos inquiridos consideram que o *Six Sigma* ‘*é o sucessor do TQM*’ e 11,9% admitem que esta abordagem ‘*é um complemento à norma ISO 9001*’. É de realçar, ainda, a elevada percentagem (17,9%) de gestores das grandes empresas portuguesas que desconhecem por completo o *Six Sigma*.

A implementação do *Six Sigma* depende do desenvolvimento de certos requisitos conside-

rados essenciais. Foi solicitado aos inquiridos que classificassem em termos de importância 14 factores críticos para o 'sucesso' da abordagem *Six Sigma*. Constatou-se que o factor com a maior percentagem de respostas, com classificação acima da média, foi o '*envolvimento e apoio da gestão de topo ao desenvolvimento dos projetos*', considerado por 70,2% das empresas como um factor '*Muito importante*' e de '*Importância alta*'. Outros dois factores com maior frequência de respostas acima da média foram a '*motivação e o envolvimento dos colaboradores*' e a '*ligação do Six Sigma com a estratégia da empresa*', ambos com 68,70%. A mesma conclusão pode ser obtida por meio da análise das medidas de tendência central em que os factores que apresentam médias mais elevadas e que, conseqüentemente, apresentam classificações mais altas em termos da escala de importância são os factores anteriores, em conjunto com o factor '*formação e treino da equipa Six Sigma*'. Para cada um destes factores, e analisando a moda, a classificação mais atribuída foi a de '*Muito importante*'. Por outro lado, o factor com a menor percentagem de respostas com uma classificação abaixo da média foi o '*recurso a consultores externos*', considerado por 35,80% das empresas como um factor '*Pouco importante*' e '*Sem importância*'. Outro factor que é considerado como menos relevante pelos inquiridos é a '*disponibilidade de recursos financeiros*' com 13,40%. Pode ser obtida a mesma conclusão com a análise das médias mais baixas dos factores considerados como críticos para o 'sucesso' da abordagem *Six Sigma*, em que para além dos factores já referidos, se inclui, igualmente, a '*existência de adequada infra-estrutura tecnológica, quer ao nível de hardware quer ao nível de software*'.

Para determinar a existência de variáveis correlacionadas entre os 14 factores críticos para o 'sucesso' da abordagem *Six Sigma*, utilizou-se a técnica de análise multivariada designada por Análise de Componentes Principais (ACP). Os 14 factores críticos para o 'sucesso' da abordagem *Six Sigma*, considerados como sendo as variáveis originais foram resumidos em componentes principais, tendo-se usado uma *Categorical Principal Components Analysis* (CATPCA) com o método de normalização da variável principal. Antes, e de

modo a ser possível a utilização de variáveis qualitativas na ACP, utilizou-se o procedimento *optimal scaling* que atribui valores numéricos a cada uma das classes das variáveis (MAROCO, 2007).

Com a ACP, a informação relacional entre as variáveis foi resumida em quatro componentes que explicam 86,65% da variância total das variáveis originais. Como o valor do α de Cronbach para a quarta componente apresentava um valor negativo, não se considerou esta componente como fidedigna. Tendo por base esta situação, procedeu-se à seleção de, apenas, três componentes que explicam 80,28% da variância total das variáveis originais. Os factores críticos para o 'sucesso' do *Six Sigma* foram, assim, agrupados nas seguintes três componentes:

- a) 1ª componente: engloba vários factores, como sejam a '*motivação e envolvimento dos colaboradores*' (0,993), o '*envolvimento e apoio da gestão de topo*' (0,992), a '*ligação do Six Sigma com a estratégia da empresa*' (0,992), a '*seleção de projetos de acordo com os objetivos estratégicos da organização*' (0,992), o '*foco nas necessidades dos clientes*' (0,991), a '*integração do Six Sigma com outras ferramentas de controlo de gestão*' (0,991), a '*existência de ferramentas estatísticas de apoio à gestão*' (0,991), a '*existência de adequada infra-estrutura tecnológica*' (0,751) e a '*formação e treino da equipa Six Sigma*' (0,540). Apresenta uma consistência interna muito elevada ($\alpha = 0,942$), sendo responsável por explicar 56,97% da variância total;
- b) 2ª componente: engloba dois factores – a '*disponibilidade de recursos financeiros*' com um peso de 0,881 e a '*utilização de outras ferramentas de qualidade*' com um peso de 0,762. Apresenta uma consistência interna média ($\alpha = 0,522$), sendo responsável por explicar 13,86% da variância total;
- c) 3ª componente: engloba dois factores – a '*integração e envolvimento dos fornecedores*' (0,759) e a '*adequada liderança pela gestão de topo e efectivo sistema de recompensas*' (0,529). Apresenta uma consistên-

cia interna muito reduzida ($\alpha = 0,262$), sendo responsável por explicar 9,45% da variância total.

O fator ‘*recurso a consultores externos*’ não foi incluído, em virtude do seu peso não ser superior a 0,5 em valor absoluto em nenhuma das componentes.

A estrutura relacional dos 14 factores foi, igualmente, avaliada pela Análise Factorial Exploratória (AFE) sobre a matriz das correlações, com extracção dos factores pelo método das componentes principais seguida de uma rotação *Varimax*. Em virtude de se estar perante variáveis qualitativas, utilizou-se a matriz de correlação de *Spearman* (usada para itens ordinais). Para seleccionar o número de factores retidos, usaram-se dois critérios: *Eigenvalue* com valor superior a 1; e o *Scree plot*. Para avaliar a validade da AFE utilizou-se o critério *Kaiser-Meyer-Olkin*, cujo valor observado foi de 0,720, o que de acordo com a classificação definida em Maroco (2007), corresponde a uma classificação média. Os *scores* de cada elemento foram assim retidos nos seguintes quatro factores que explicam 65,92% da variância total das variáveis originais:

- a) 1º fator: apresenta pesos fatoriais elevados de ‘*envolvimento e apoio da gestão de topo*’ (0,797), ‘*ligação do Six Sigma com a estratégia da empresa*’ (0,730), ‘*formação e treino da equipa Six Sigma*’ (0,701), ‘*selecção de projetos de acordo com os objetivos estratégicos da organização*’ (0,613), ‘*adequada liderança pela gestão de topo e efetivo sistema de recompensas*’ (0,573) e ‘*motivação e envolvimento dos colaboradores*’ (0,655). Explica 35,54% da variância total, tendo sido designado de “Equipa *Six Sigma* e objetivos estratégicos”;
- b) 2º fator: com pesos fatoriais elevados da ‘*disponibilidade de recursos financeiros*’ (0,504), ‘*foco nas necessidades dos clientes*’ (0,688), ‘*integração do Six Sigma com outras ferramentas de controlo de gestão*’ (0,782), ‘*utilização de outras ferramentas de qualidade*’ (0,876) e ‘*existência de ferra-*

mentas estatísticas de apoio à gestão’ (0,656), explica 12,11% da variância total e foi designado de “Recursos internos”;

- c) 3º fator: com pesos fatoriais elevados na ‘*integração e envolvimento dos fornecedores no processo de implementação*’ (0,875), explica 9,67% da variância total e foi designado de “Outros *stakeholders*”;
- d) 4º fator: com peso fatorial elevado no ‘*recurso a consultores externos*’ (0,908), explica 8,59% da variância total e foi designado de “Consultores externos”.

De notar que a ‘*existência de adequada infraestrutura tecnológica*’ por apresentar um peso fatorial elevado em dois factores retidos não foi considerada na análise.

O segundo objetivo proposto com a realização do estudo aqui apresentado foi o de avaliar qual o grau de implementação do *Six Sigma* nas maiores empresas a operar em Portugal, bem como identificar as características das grandes empresas que adotaram o *Six Sigma* neste País. Das empresas que responderam ao questionário, apenas doze empresas (17,40%), confirmaram que a sua organização adota o *Six Sigma*. Das doze empresas que adoptaram o *Six Sigma*, cinco pertencem ao setor 4 – Comércio, Comércio de veículos automóveis e Comércio eletroeletrónico, sete têm a sua sede localizada na região Lisboa e Vale do Tejo e seis possuem entre 100 e 250 empregados.

Foi, ainda, solicitado aos inquiridos que indicassem quais das seguintes abordagens de controlo de qualidade e controlo de gestão, existiam nas suas empresas: *ISO 9001*, *TQM*, *Balanced Scorecard*, *Lean Production* e *Kaizen*. Apesar de um dos requisitos para a seleção das empresas que foram incluídas na amostra ser a seleção de empresas certificadas na *ISO 9001*, optou-se por incluir no questionário esta questão, verificando-se que todas as empresas responderam afirmativamente.

Em relação às restantes abordagens, verificou-se uma grande disparidade entre as empresas que adoptaram o *Six Sigma* e as que não adoptaram. Não obstante o referido, verifica-se que a abordagem mais popular a seguir à *ISO 9001* é o

Balanced Scorecard, existente em 66,67% das empresas que adoptaram o *Six Sigma* e em 29,09% que não adoptaram o *Six Sigma*. A abordagem com menos presença nas grandes empresas portuguesas é o TQM, com 25% nas empresas com *Six Sigma* e 1,82% nas restantes. Foi, igualmente, analisado qual o grau de adopção do *Six Sigma*, comparativamente com as restantes abordagens, verificando-se que para além da ISO 9001, apenas o *Balanced Scorecard* (35,82%) apresenta uma percentagem de adopção superior à do *Six Sigma* (17,40%).

O último objetivo de investigação proposto, consistiu em determinar as razões que motivaram ou inibiram a adoção do *Six Sigma* pelas grandes empresas a operar em Portugal. Neste sentido, foi solicitado aos inquiridos que classifikassem em termos de importância 14 fatores que motivaram as respectivas empresas a adotar tal abordagem. Os fatores '*melhorar a satisfação dos clientes*', '*aumentar os resultados da empresa maximizando os lucros*', '*reduzir a variabilidade dos processos e incutir uma cultura de qualidade e de inovação na organização*' foram considerados por 75% das empresas como fatores '*Muito importantes*' ou de '*Importância alta*'.

Da análise das medidas de tendência central verificou-se que os fatores que apresentam médias mais elevadas e que, por consequência, obtiveram classificações mais altas em termos da escala de importância são os já referidos anteriormente, excepto no caso do factor '*reduzir a variabilidade dos processos*' que obteve uma média inferior à do fator '*reduzir os defeitos da produção/prestação de serviços*'. No que respeita à moda, para os fatores '*melhorar a qualidade e a produtividade*', '*melhorar a satisfação dos clientes*', '*reduzir os defeitos da produção/prestação de serviços e incutir uma cultura de qualidade e de inovação na organização*', o valor observado mais frequente foi 5 que corresponde a classificação de '*Muito importante*'. Por seu turno, os fatores '*imposição da empresa-mãe do grupo*' e '*aumentar a quota de mercado*' obtiveram maior percentagem de respostas nas classificações '*Sem importância*' e '*Pouco importante*', com 58,4% e 50%, respectivamente. A mesma conclusão é obtida da análise das medidas de tendência

central com os factores mencionados a obterem uma média de 2,27 e 2,67, respectivamente, tendo o valor observado mais frequente sido 1 que corresponde a uma classificação de '*Sem importância*'. Na opção '*Outros*' foram apontados por duas empresas dois fatores adicionais que motivaram a adoção do *Six Sigma*, são eles a '*aproximação mais simples a novos processos e novos produtos*' com classificação de '*Importância alta*' e a '*melhoria da comunicação interna e do trabalho em equipa*' considerado como sendo '*Muito importante*'.

A adoção do *Six Sigma* não é condição *sine qua non* para o aumento do desempenho das organizações, subsistindo casos de organizações que insatisfeitas com os resultados decorrentes da implementação do *Six Sigma*, optaram por abandonar esta abordagem. Julgou-se assim, pertinente, avaliar complementarmente quais as principais dificuldades sentidas pelas grandes empresas portuguesas que implementaram o *Six Sigma*, pelo que se solicitou aos inquiridos que classifikassem em termos de importância 12 fatores que pudessem estar na origem dessas dificuldades. Verificou-se que o fator que evidenciou a maior classificação acima da média foi a '*falta de gestão de projetos*' (33,40%), seguido dos factores '*falta de planeamento estratégico e de visão de médio/longo prazo*', '*capacidade de liderança*' e '*competências técnicas da gestão de topo*' e '*falta de tempo dos colaboradores para participarem em ações de formação*', cada um deles com 30,30% de classificação acima da média.

Da análise das medidas de tendência central verificamos que os fatores com médias mais elevadas são o '*desinteresse e falta de apoio por parte da gestão de topo*', com uma média de 2,83 e a '*falta de tempo dos colaboradores para participarem em ações de formação*', com uma média de 3. Para ambos os fatores, a moda foi de 3, isto é, com a classificação '*Importância média*'. O fator que, segundo os inquiridos, é menos relevante para explicar as dificuldades sentidas pelas respectivas organizações no processo de implementação do *Six Sigma* é o '*dispêndio inicial de elevados recursos financeiros*', com 75% dos inquiridos a atribuírem uma classificação abaixo da média. Outros dois fatores com maior frequência de respostas com

classificação abaixo da média são a '*dificuldade em identificar quais as expectativas dos clientes*', com 66,70% e o recurso a '*consultores externos com inadequadas competências técnicas*', com 66,60%. Da análise da média os dois fatores que apresentam os valores mais baixos são o '*dispêndio inicial de elevados recursos financeiros*' (1,92) e o recurso a '*consultores externos com inadequadas competências técnicas*' (1,5), ambos com a moda de 1 que corresponde à classificação de '*Sem Importância*'.

Também objecto de avaliação no questionário foi o impacto da adoção do *Six Sigma* no desempenho da organização, e se esse impacto correspondeu ao esperado. Em relação à evolução do desempenho antes e após a adopção do *Six Sigma*, cinco empresas não notaram qualquer evolução no seu desempenho, nenhuma empresa atribuiu uma classificação inferior ao seu desempenho posteriormente à adoção do *Six Sigma*, verificando-se nas restantes sete empresas uma evolução positiva. Antes da adoção do *Six Sigma*, 66,7% das empresas consideraram o desempenho da sua empresa como '*Razoável*' e após a adoção do *Six Sigma* a classificação de '*Bom*' foi a escolhida por 75% dos inquiridos. A mesma conclusão é obtida da análise da média e da moda que antes da adoção foram de 3,33 e 3 ('*Razoável*'), respectivamente. Após a implementação a média subiu para 3,92 e a moda passou a ter a classificação 4 ('*Bom*'). O impacto do *Six Sigma* foi essencialmente sentido ao nível da produtividade e da satisfação dos clientes, tendo cada um destes fatores representado 66,70%. O factor que sofreu o menor impacto com a implementação do *Six Sigma* foi o '*aumento da quota de mercado*' (8,30%). Na opção '*Outros*', apenas um inquirido acrescentou que alcançou um "*melhor domínio das variáveis do processo*".

No que se refere às razões que justificam a não adoção do *Six Sigma*, o fator com maior frequência de respostas foi '*por desconhecimento da abordagem Six Sigma*' representando 43,64% das respostas. Igualmente, fatores explicativos da inibição da adoção desta abordagem são a grande satisfação com as ferramentas de controlo de gestão (29,10%) e de controlo de qualidade (23,60%) atualmente existentes nas empresas. Em contra-

partida, os fatores menos preponderantes para a não adoção do *Six Sigma* nas empresas são: '*por receio de investir nas pessoas e elas deixarem a empresa*', hipótese que não foi selecionada por qualquer empresa; '*por implicar elevados custos iniciais*'; e '*por não ter recursos tecnológicos de suporte*', ambos com uma percentagem de 1,8%. Outras razões apontadas pelas empresas como justificativas para a não adoção do *Six Sigma* são o fato de não ser facilmente aplicável aos serviços; por as empresas estarem em estados não tão avançados no seu desenvolvimento organizacional; havendo, ainda, um caso de uma empresa que invocou a falta de liderança e experiências de implementação iniciadas no passado com resultados aquém do esperado.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES FINAIS

A primeira conclusão obtida com a realização deste trabalho é que o *Six Sigma* é uma abordagem para o controle de gestão e é dessa mesma forma que é percebido pelos gestores das grandes empresas portuguesas. Contudo, verifica-se que ainda persiste uma grande associação do *Six Sigma* à abordagem estatística, havendo, igualmente, um desconhecimento desta abordagem, por um número significativo de gestores (17,9%).

Em relação aos fatores identificados pelos inquiridos como críticos para o 'sucesso' do *Six Sigma*, pode-se concluir, pelas análises efectuadas, quer por meio da estatística descritiva, quer decorrente da análise multivariada, que são considerados como fatores críticos os fatores relacionados com a estrutura humana existente na empresa e com a ligação do projecto *Six Sigma* à estratégia organizacional. Em segundo plano é dado relevo aos recursos financeiros e ferramentas de controlo de gestão e de qualidade, sendo menosprezada a necessidade de recurso a consultores externos e envolvimento de outros *stakeholders* no processo de implementação.

Em relação ao grau de adoção em Portugal constatou-se que apenas 17,4% das empresas responderam que têm implementado o *Six Sigma*.

As empresas que o adotaram são, na sua maioria, do setor do comércio, com um número de trabalhadores que varia entre 100 e 250 e que estão localizadas, essencialmente, na região de Lisboa e Vale do Tejo. Estas empresas têm maior percentagem de outras abordagens implementadas em relação às que não têm o *Six Sigma*, sendo o *Balanced Scorecard* a mais popular. Pode-se concluir que o *Six Sigma* é mais frequente nas empresas com um maior grau de implementação de técnicas de controle de gestão, o que indicia que são as organizações com graus mais elevados de desenvolvimento organizacional que o adoptam.

Surpreendentemente, o grau de adoção do *Six Sigma* face a outras abordagens, em Portugal, apenas é ultrapassado pela ISO 9001 (cuja implementação constituiu um dos pressupostos para a definição da população em estudo) e pelo *Balanced Scorecard* (implementado em 35,82% das empresas que responderam ao questionário). São questões relacionadas à procura de uma nova cultura de qualidade e inovação que explicam maioritariamente as razões pelas quais as empresas visam a implementar o *Six Sigma*. Contudo, o estudo mostrou que fatores como a melhoria do grau de satisfação dos clientes, aumento dos resultados da empresa quer pela maximização dos lucros, quer pela redução dos custos em resultado da redução da variabilidade dos processos e redução dos defeitos na produção / prestação de serviços são, igualmente, relevantes para se compreender as motivações intrínsecas à adoção do *Six Sigma*.

Na óptica dos inquiridos cujas empresas adoptaram o *Six Sigma*, os principais entraves à sua implementação relacionam-se, especialmente, com o nível de envolvimento da gestão de topo, quer pelo seu desinteresse por esta abordagem e, conseqüente, falta de apoio, seja pela falta de gestão ao nível estratégico e operacional, seja, ainda, pelas exíguas competências técnicas e de liderança. É, também, reconhecida a necessidade de dotar os colaboradores de competências técnicas apropriadas, muito embora existam restrições substanciais de tempo para esse efeito. As principais dificuldades sentidas pelas empresas que implementaram o *Six Sigma* assemelham-se aos fatores identificados pelos inquiridos como fato-

res críticos de 'sucesso', isto é, o envolvimento da gestão de topo, a integração com a estratégia da empresa e a formação dos colaboradores de modo a dotá-los das adequadas competências e inerente motivação para a implementação e desenvolvimento do *Six Sigma*.

Ao nível do impacto na organização da adoção do *Six Sigma*, a investigação conduzida mostrou que, após a sua implementação, se verificaram ganhos de produtividade e, em geral, uma maior satisfação dos clientes externos, conclusão que está em consonância com estudos científicos sobre esta matéria (AGHILI, 2009; CARVALHO; ROTONDARO, 2005; GEORGE et al., 2005; PYZDEC, 2003; SANTOS, 2006). Os inquiridos não sentiram impacto da adoção do *Six Sigma* ao nível da sua posição no mercado medida pela quota de mercado da empresa. Esta situação poderá resultar do fato da quota de mercado resultar da interação de inúmeras variáveis, não sendo por isso inequívoco para os inquiridos a existência de uma relação entre o *Six Sigma* e o aumento da quota de mercado.

Por fim, e em relação às empresas que não adoptaram o *Six Sigma*, o estudo mostra que o desconhecimento existente sobre esta abordagem conjuntamente com a satisfação generalizada relativamente às ferramentas de controle de gestão e de controlo de qualidade já implementadas são os principais factores explicativos da sua não adoção. Contudo, deve ser salientado que existe a percepção geral que o *Six Sigma* se encontra mais direcionado para as empresas do sector industrial, não sendo facilmente aplicável aos serviços, percepções estas indicadas como relevantes para explicar a sua não adoção. Quanto a perspectivas futuras, a maior parte dos inquiridos desconhece se a sua organização pretende adoptar o *Six Sigma*, verificando-se, contudo, um interesse dos inquiridos pelo *Six Sigma*. Sinal desse interesse é o fato de 52,23% dos inquiridos terem solicitado o envio de um relatório síntese da investigação efectuada.

Este estudo teve como limitações o fato do questionário ter sido direcionado aos gestores (*controllers* de gestão/ responsáveis pela área da qualidade/ directores financeiros), não tendo sido

auscultados elementos dos vários níveis hierárquicos das organizações. Além do referido, outra limitação deste estudo prendeu-se com o reduzido número de empresas que implementaram o *Six Sigma* objeto da amostra. Apenas uma pequena percentagem de empresas que constituíram a amostra tinha o *Six Sigma* implementado. Tal impediu a generalização estatística dos resultados referentes às respostas obtidas para este tipo de empresas. Não obstante esta limitação, o estudo conduzido providencia um conjunto de contributos teórico-práticos, em particular a compreensão do grau de difusão do *Six Sigma* nas empresas a operar em Portugal e a identificação do 'perfil' da empresa que adopta esta abordagem e dos fatores que explicam o 'sucesso' ou 'insucesso' da sua implementação.

Em futuros trabalhos de investigação, sugerem-se os seguintes temas: (a) Avaliar qual o efetivo impacto na saúde financeira das empresas, decorrente da implementação do *Six Sigma* e verificar quais os indicadores e ferramentas utilizadas pelas empresas que o já implementaram, para determinar esse *upgrade* no seu desempenho; (b) Verificar a possibilidade de articulação do *Six Sigma* com processos de obtenção de certificação, quais as sinergias e vantagens decorrentes desta integração; (c) Replicar a presente investigação no ano de 2012, quando o cenário empresarial português estará bastante diferente, face à evolução económica do País nos últimos dois anos; (d) Determinar se a adoção do *Six Sigma* pelas empresas está condicionada por pressões para a sua adoção, nomeadamente relacionadas com processos de moda, ou de influência da empresa-mãe; (e) Avaliar qual o impacto nas pessoas e na organização decorrente da implementação do *Six Sigma*; (f) e, por último, efetuar uma análise comparativa, aplicando a mesma metodologia adotada neste estudo, em países de língua portuguesa, como o Brasil, com o objetivo de comparar a implementação do *Six Sigma* em diferentes nações.

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo não seria possível sem a contribuição de todos os gestores (*controllers*

de gestão, responsáveis pela área da qualidade e directores financeiros), que responderam ao questionário sobre a adoção do *Six Sigma* pelas 500 maiores empresas a operar em Portugal.

REFERÊNCIAS

AGHILI, S. A six sigma approach to internal audits. **Strategic Finance**, Montvale, v. 90, n. 8, p. 38-43, Feb. 2009.

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. A importância do método seis sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Piracicaba, SP, v. 11, n. 20, p.91-98, jul./dez. 2002.

ANGEL, C. D.; FROELICH, J. Six sigma: what went wrong? **Customer Relationship Management**, Medford, v. 12, n. 11, p.14-14, Nov. 2008.

ANTONY, J. **Pros and cons of six sigma: an academic perspective**. 2008. Disponível em: <<http://www.improvementandinnovation.com/features/articles/pros-and-cons-six-sigma-academic-perspective>>. Acesso em: 25 abr. 2010.

_____; BHAIJI, M. **Key ingredients for a successful six sigma program**. 2002. Disponível em: <http://www.qualityamerica.com/knowledgecenter/articles/Antony_SuccessfulSS.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2009.

_____, et al. Using six sigma. **IEE Manufacturing Engineer**, Stevenage, UK, v. 83, n. 1, p.10-12, Feb./Mar. 2004.

CARVALHO, M. M.; HO, L. L.; PINTO, S. B. Implementação e difusão do programa seis sigma no Brasil. **Produção**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 486-501, set./dez. 2007.

_____; ROTONDARO, R. G. Modelo seis sigma. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. (Ed.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p. 125-151.

- CHENG, J. L. Comparative study of local and transnational enterprises in Taiwan and their implementation of six sigma. **Total Quality Management & Business Excellence**, London, v. 18, n. 7, p.793-806, Sept. 2007.
- CUTLER, T. R. **Six sigma busy work**: data trump all. 2008. Disponível em: <<http://www.qualitydigest.com/inside/six-sigma-article/six-sigma-busy-work>>. Acesso em: 19 mar. 2009.
- DILLMAN, D. A. **Mail and internet surveys**: the tailored design method. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- DURET, D.; PILLET, M. **Qualidade na produção**: da ISO 9000 ao seis sigma. Lisboa: Lidel, 2009.
- EXAME 500 MAIORES E MELHORES. Ed. esp. Paço de Arcos: Medipress, Sociedade Jornalística e Editorial, 2009.
- FERREIRA, L.; SARMENTO, M. Da investigação quantitativa em contabilidade: investigação por inquérito. In: MAJOR, M. J.; VIEIRA, R. (Org.). **Contabilidade e controle de gestão**: teoria, metodologia e prática. Lisboa: Escolar, 2009. p. 167-208.
- FISHER, N. I.; NAIR, V. N. Quality management and quality practice: perspectives on their history and their future. **Applied Stochastic Models in Business & Industry**, Chichester, UK, v. 25, n. 1, p.1-28., Jan./Feb. 2009.
- FOWLER, F. J. **Improving survey questions**: design and evaluation. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.
- FRANCO, V. R. **Adopting six sigma**: a quality manager's guide to the statistically based strategy. 2001. Disponível em: <<http://www.qualitydigest.com/june01/html/asixsigma.html>> . Acesso em: 16 mar. 2009.
- GEORGE, M. L.; ROWLANDS, D.; KASTLE, B. **O que é o 'lean six sigma'**? Lisboa: Actual, 2008.
- _____ et al. **The lean six sigma pocket toolbox**: a quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity. New York: McGraw-Hill, 2005.
- GYGI, C.; DECARLO, N.; WILLIAMS, B. **Six sigma for dummies**. Hoboken: Wiley, 2005.
- GREEN, F. B. Six sigma and the revival of TQM. **Total Quality Management & Business Excellence**, London, v. 17, n. 10, p.1281-1286, Dec. 2006.
- HILL, M. M.; HILL, A. **Investigação por questionário**. Lisboa: Edições Sílabo, 2000.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO. [2009]. Disponível em: <<http://www.ipac.pt/>>. Acesso em: 09 nov. 2009.
- IWAARDEN, J. V. et al. The six sigma improvement approach: a transnational comparison. **International Journal of Production Research**, London, v. 46, n. 23, p. 6739-6758, Dec. 2008.
- JOHNSON, H. T. **Relevance regained**: from top-down to bottom-up empowerment. New York: Free Press, 1992.
- JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Juran's quality handbook**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1998.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The balanced scorecard: measures that drive performance. **Harvard Business Review**, Boston, v. 70, n. 1, p. 71-79, Jan./Feb. 1992.
- _____ ; _____. **The balanced scorecard**: translating strategy into action. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1996.
- KELLER, P. **Does six sigma work in smaller companies?** 2003. Disponível em: <<http://www.qualityamerica.com/knowledgecente/articles/>>

PAKSmallCompanySS.htm>. Acesso em: 16 mar. 2009.

_____. **Recent trends in six sigma**. 2001. Disponível em: <http://www.qualityamerica.com/knowledgecente/articles/Keller_SSTrends.PDF>. Acesso em: 16 mar. 2009.

MAROCO, J. **Análise estatística com utilização do SPSS**. 3. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2007.

MCMANUS, K. So long six sigma? **Industrial Engineer**, Norcross Georgia, v. 40, n. 10, p. 18, Oct. 2008.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 5. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2008.

PYZDEK, T. **The six sigma handbook: a complete guide for green belts, black belts and managers at all levels**. New York: McGraw-Hill, 2003.

ROWLANDS, H. Six sigma: a new philosophy or repackaging of old ideas? **Engineering Management Journal**, Stevenage, UK, v. 13, n. 2, p. 18-21, Apr./May 2003.

SANTOS, A. B. **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade seis sigma: proposta e avaliação**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

_____; MARTINS, M. F. Modelo de referência para estruturar o seis sigma nas organizações. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 43-56, jan./abr. 2008.

VENKATESWARLU, P.; NILAKANT, V. Adoption and persistence of TQM programmes: case studies of five New Zealand organizations. **Total Quality Management & Business Excellence**, London, v. 16, n. 7, p. 807-825, Sept. 2005.

NOTAS

- 1 Prémio criado nos EUA em 1987, com o objectivo de incentivar as empresas a implementar as práticas da qualidade.
- 2 Sigma é a denominação da letra grega s e que matematicamente representa o desvio padrão. Podemos pois, traduzir Six Sigma para seis desvios padrão.
- 3 Keller (2003) e Pyzdek (2003) estimam que nas empresas com um nível três ou quatro sigma, o custo da não qualidade representa 15 a 25% dos seus proveitos.
- 4 *Capability* do processo, é traduzida por alguns autores como ‘capacidade do processo’ ou ‘capabilidade (aptidão) do processo’, sendo para tal comparada a *performance* possível do processo com o seu desempenho real. Os indicadores mais utilizados são o Pp e Ppk (*Performance* do Processo) e o Cp e Cpk (Capabilidade do Processo). A *performance* do processo analisa a dispersão no longo prazo enquanto a capabilidade do processo analisa a dispersão no curto prazo (DURET; PILLET, 2009).

$C_{pk} = \min \left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma}; \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right)$	$C_{pk} = \min \left(\frac{LSE - \bar{x}}{3s}; \frac{\bar{x} - LIE}{3s} \right)$
<p>μ Média do processo</p> <p>σ Desvio padrão do processo</p> <p>LSE Limite superior de especificação</p> <p>LIE Limite inferior de especificação</p> <p>(Carvalho e Rotondaro, 2005, p. 140)</p>	<p>\bar{x} Estimativa da média do processo</p> <p>s Estimativa do desvio padrão</p> <p>LSE Limite superior de especificação</p> <p>LIE Limite inferior de especificação</p>

5 Esta selecção é efectuada, através da exclusão da amostra, das empresas com menos de 250 trabalhadores.

- 6 A expressão matemática usada para o cálculo da dimensão da amostra foi (FERREIRA; SARMENTO, 2009):

$$n = \frac{p \times (1 - p)}{\frac{D^2}{(Z \alpha / 2)^2} + \frac{p \times (1 - p)}{N}} \text{ Sendo,}$$

p Proporção da população, $p = 0,5$, logo $p \times (1 - p) = 0,5$

n Dimensão da amostra

N Dimensão da população

$Z \alpha / 2$ Para um nível de confiança, $\lambda = 95\%$, o valor da distribuição normal é de $Z \alpha / 2 = 1,96$

D Nível de precisão, $D = \pm 2\%$

- 7 O teste estatístico realizado é representado pela seguinte expressão matemática (PESTANA; GAGEIRO, 2008):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \text{ Sendo,}$$

O_i Frequência absoluta observada

E_i Frequência absoluta esperada

K N.º de categorias da variável nominal