

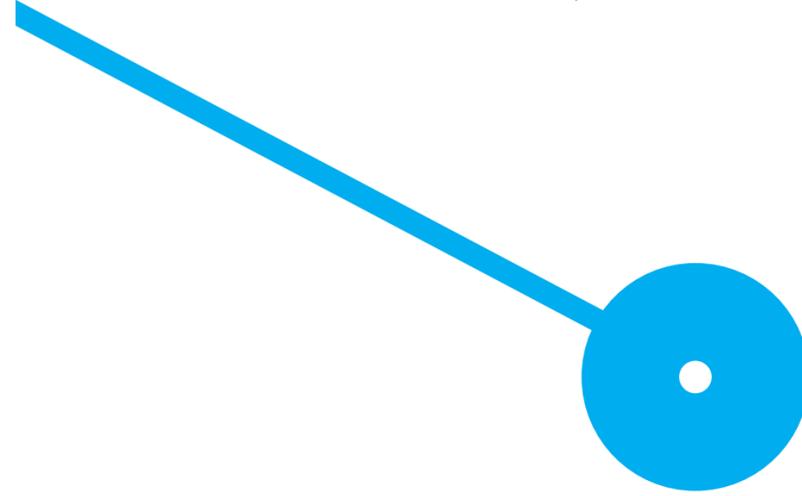
Metodologias Lean e Seis Sigma e desempenho organizacional: um estudo em laboratórios portugueses  
Andreia Viviana Antunes Craveiro

01/2020

Andreia Viviana Antunes Craveiro. Metodologias Lean e Seis Sigma e desempenho organizacional: um estudo em laboratórios portugueses

Metodologias Lean e Seis Sigma e desempenho organizacional: um estudo em laboratórios portugueses  
Andreia Viviana Antunes Craveiro

01/2020



Às pessoas que em tudo contribuíram para eu ser quem sou...

À minha Mãe

À minha Avó

Ao André.

## Agradecimentos

Um mestrado é uma jornada por vezes solitária e individual, por vezes partilhada... Neste percurso, que nem sempre se revelou uma tarefa fácil de conciliar com o trabalho e a vida pessoal, quero deixar os meus mais sinceros agradecimentos aos que estiveram presentes e que contribuíram para a sua concretização.

Agradeço...

À minha Orientadora, Professora Doutora Vanda Lima, pelo apoio, orientação, disponibilidade, motivação e confiança.

Aos intervenientes nos pré-testes e respondentes do instrumento de recolha de dados pela disponibilização do seu tempo e sem os quais este trabalho de investigação não seria possível.

À LMV, Lda na pessoa do Dr. Renato Carvalho pelo particular apoio e confiança durante estes dois anos.

À RELACRE – Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal pela colaboração na disponibilização do instrumento de recolha de dados aos laboratórios associados e acreditados.

A todos os docentes do Mestrado de Gestão Integrada em Qualidade, Ambiente e Segurança da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico do Porto pelos conhecimentos transmitidos.

A todos os colegas de curso, mas em particular à Luísa Borges e ao Rúben Almeida, pelos bons momentos, amizade e companheirismo.

À minha mãe, um obrigada muito especial, por estar sempre presente, pela ajuda incondicional, apoio, força, motivação, paciência, compreensão, preocupação, amor e carinho.

À minha avó por ser quem é, pelo seu amor, amizade, carinho, apoio, força, motivação e preocupação.

Ao André pelo amor, carinho, amizade, força, compreensão, motivação, paciência e por estar sempre presente.

Ao meu pai pelo apoio e por ser como é.

À Família Quinta Nova pelo apoio, preocupação, amizade e carinho.

A todos os amigos e família pela amizade, apoio, força, motivação, disponibilidade e paciência durante este percurso, mas em particular à Filipa Santos, Bruna Ferreira, Maria Carolina Gomes, Vanda Coelho e Anabela Dias.

A todos um sentido e sincero Muito Obrigada!

## Resumo

A crescente exigência por parte dos consumidores e o aumento da concorrência tem conduzido a contantes necessidades de melhoria por parte das organizações. As metodologias Lean e Seis Sigma, muito aplicadas na indústria, dados os notórios resultados proporcionados a nível da melhoria dos processos, têm vindo a ser adotadas na área dos serviços e nomeadamente no mercado laboratorial.

Face à relevância do tema e à lacuna de informação a nível nacional, procurou-se com este trabalho aumentar a produção de conhecimento nos domínios das metodologias Lean e Seis Sigma a nível do tecido laboratorial português. Assim, esta investigação teve como objetivo principal efetuar um diagnóstico do grau de implementação das metodologias Lean e Seis Sigma nos laboratórios portugueses, assim como uma avaliação do impacto destas metodologias no desempenho organizacional.

Foi utilizada uma metodologia de investigação de natureza quantitativa, baseada na estratégia de investigação *survey*, e utilizando como instrumento de recolha de dados um questionário *online*, original, validado por pré-teste e distribuído aos laboratórios selecionados para a amostra via *email*. O período de resposta foi de quatro semanas. Aos dados obtidos foi aplicado um tratamento estatístico, fazendo uso de *software* adequado. A população foi constituída por 695 entidades, onde se incluíram laboratórios clínicos, de ensaios e de calibração, acreditados/certificados e não acreditados/certificados. Ao questionário aplicado obteve-se uma taxa de resposta de 15%, sendo a amostra constituída por 106 laboratórios. Dos 106 obteve-se resposta de todos os estratos da população pelo que a amostra foi considerada representativa.

Verificou-se que a maioria dos laboratórios não conhece as metodologias Lean e/ou Seis Sigma, tendo a implementação das mesmas ocorrido em cerca de um décimo da amostra. Os laboratórios que implementaram as metodologias revelaram apresentar um maior número de funcionários e volume de negócios e mostraram-se, de um modo geral, bastante satisfeitos com a implementação, sendo o grau de satisfação superior no caso da metodologia Lean. Para a variável agregada dos indicadores de desempenho os resultados foram superiores para os laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias quando comparados com os laboratórios que não implementaram nenhuma. Os principais benefícios obtidos com a implementação da metodologia Lean foram o aumento da eficiência, redução da duração dos ciclos de trabalho, aumento da produtividade, redução do desperdício/do retrabalho e redução dos custos, enquanto que para a metodologia Seis Sigma se destacaram a redução na variabilidade dos processos, a redução dos defeitos e não conformidades e a vantagem competitiva. Como principal dificuldade na implementação das metodologias destacaram-se a falta de recursos humanos, baixo interesse dos colaboradores nos projetos e mudança cultural e as dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas.

**Palavras-chave:** Lean, Seis Sigma, Laboratório, Desempenho organizacional.

## Abstract

The increasing in consumer demand as well as the increased competition, has led the organizations to the need for continual improvement. The Lean and Six Sigma methodologies, widely applied in the industry, given the notable results in terms of process improvement, have been adopted in the area of services and particularly in the laboratory market.

Given the relevance of the topic and the national information gap, this work sought to increase the production of knowledge in Lean and Six Sigma methodologies at Portuguese laboratories. This research aimed to make a diagnosis of the implementation of Lean and Six Sigma methodologies in Portuguese laboratories, as well as an assessment of the impact of these methodologies on organizational performance.

A quantitative research methodology was used, based on the survey research strategy, and using as data collection instrument an original online questionnaire, validated by pretest and distributed to the selected laboratories via *email*. The response period was four weeks. To the obtained data was applied a statistical treatment, making use of appropriate software. The population had 695 entities including accredited / certified and non-accredited / certified clinical, testing and calibration laboratories. The response rate was 15% and the sample composed by 106 laboratories. The response was obtained from all strata of the population so the sample was considered representative.

It was found that most laboratories do not know the Lean and / or Six Sigma methodologies, and their implementation occurred in about one tenth of the sample. The laboratories that implemented the methodologies were found to have a larger number of employees and earnings and were quite satisfied with the implementation, mainly with the Lean methodology. For the aggregate variable of performance indicators the results were superior for laboratories that implemented at least one of the methodologies when compared to laboratories that did not implement any. The main benefits obtained from the implementation of the Lean methodology were: increased efficiency, reduced working cycle times, increased productivity, reduced waste / rework and reduced costs, while the Six Sigma methodology highlights the following: reduction in process variability, reduction of defects and nonconformities and competitive advantage. As the main difficulties in the implementation of the methodologies stand out, the lack of human resources, low interest of the collaborators in the project and cultural change and the difficulties in understanding the methodology, tools and techniques.

**Key-words:** Lean, Six Sigma, Laboratory, Organizational performance.

# Índice

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Introdução .....   | 1  |
| 1.1.   | Apresentação e Oportunidade do Tema .....  | 1  |
| 1.2.   | Objetivos e questões de investigação .....   | 1  |
| 1.2.1. | Objetivos de investigação gerais.....  | 2  |
| 1.2.2. | Objetivos de investigação específicos.....   | 2  |
| 1.3.   | Contributos inovadores esperados .....   | 3  |
| 1.4.   | Estrutura da dissertação .....   | 3  |
| 2.     | Revisão de literatura .....  | 5  |
| 2.1.   | Ferramentas da Qualidade .....   | 5  |
| 2.1.1. | Sete ferramentas clássicas da qualidade .....  | 5  |
| 2.1.2. | Sete novas ferramentas da qualidade.....   | 6  |
| 2.2.   | Metodologias Lean e Seis Sigma .....   | 7  |
| 2.2.1. | Lean .....   | 7  |
| 2.2.2. | Seis Sigma.....  | 11 |
| 2.2.3. | Lean Seis Sigma .....  | 16 |
| 2.3.   | Aplicação em laboratório .....   | 17 |
| 2.3.1. | Lean .....   | 17 |
| 2.3.2. | Seis Sigma.....  | 21 |
| 2.3.3. | Lean Seis Sigma .....  | 22 |
| 2.4.   | Desempenho organizacional .....  | 23 |
| 3.     | Questões e metodologia de investigação.....  | 26 |
| 3.1.   | Questões e objetivos de investigação .....   | 26 |
| 3.2.   | Metodologia de investigação .....  | 27 |
| 3.2.1. | Desenvolvimento do instrumento de recolha de dados .....   | 27 |
| 3.2.2. | Recolha de dados (população, amostra, período de recolha de dados e caracterização geral da amostra) ..... | 40 |
| 4.     | Resultados .....   | 47 |
| 4.1.   | Nível de conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma .....   | 47 |
| 4.1.1. | Lean .....   | 47 |
| 4.1.2. | Seis Sigma.....  | 48 |
| 4.2.   | Conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma e probabilidade de implementação.....                      | 49 |
| 4.2.1. | Pretensão de implementação .....   | 50 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.2.2. | Motivações para a não implementação .....  | 52 |
| 4.3.   | Implementação de Lean e Seis Sigma e características particulares dos laboratórios .....                               | 54 |
| 4.3.1. | Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e âmbito analítico dos laboratórios..                                 | 54 |
| 4.3.2. | Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e acreditação/certificação dos laboratórios.....                      | 55 |
| 4.3.3. | Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma, volume de negócios e inclusão numa estrutura empresarial maior ..... | 55 |
| 4.3.4. | Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e número de funcionários dos laboratórios.....                        | 56 |
| 4.4.   | Implementação de Lean e Seis Sigma, benefícios e dificuldades .....  | 58 |
| 4.4.1. | Análise da implementação da metodologia Lean em laboratório .....  | 58 |
| 4.4.2. | Análise da implementação da metodologia Seis Sigma em laboratório .....  | 62 |
| 4.4.3. | Técnicas e ferramentas utilizadas na implementação e o grau de satisfação e de dificuldade .....                       | 66 |
| 4.4.4. | Análise comparativa Lean e Seis Sigma.....   | 73 |
| 4.5.   | Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e indicadores de desempenho .....                                     | 75 |
| 5.     | Análise e discussão de resultados .....  | 81 |
| 6.     | Conclusão.....   | 86 |
| 6.1.   | Síntese .....  | 86 |
| 6.2.   | Contributos do trabalho .....  | 88 |
| 6.3.   | Limitações do estudo .....   | 88 |
| 6.4.   | Sugestões para trabalhos futuros.....  | 89 |
| 7.     | Referências bibliográficas .....   | 90 |
| 8.     | Apêndices.....   | 94 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Níveis sigma e distribuição normal com variação da média em 1,5 desvios-padrão.....                                       | 12 |
| Figura 2 - Seis Sigma enquanto métrica, metodologia e sistema de gestão.....   | 14 |
| Figura 3 - Ferramentas utilizadas num ciclo DMAIC Seis Sigma.....  | 16 |
| Figura 4 - Relação entre as atividades de acreditação e certificação.....  | 25 |
| Figura 5 - Distribuição da população por tipologia de laboratório.....   | 41 |
| Figura 6 - Distribuição da amostra por localização.....  | 42 |
| Figura 7 - Representação geográfica de 75% dos laboratórios Continentais da amostra.....   | 43 |
| Figura 8 - Distribuição da amostra por âmbito analítico / setor de atividade.....  | 43 |
| Figura 9 - Distribuição da amostra por número de funcionários.....   | 44 |
| Figura 10 - Distribuição da amostra por volume de faturação.....   | 45 |
| Figura 11 - Distribuição da amostra por acreditação/certificação.....  | 45 |
| Figura 12 - Caracterização da amostra quanto ao grau de conhecimento da metodologia Lean.....  | 48 |
| Figura 13 - Caracterização da amostra quanto ao grau de conhecimento da metodologia Seis Sigma.....                                  | 49 |
| Figura 14 - Média do número de técnicas Lean conhecidas por pretensão de implementação da metodologia nos próximos 3 anos.....       | 51 |
| Figura 15 - Média do número de técnicas Seis Sigma conhecidas por pretensão de implementação da metodologia nos próximos 3 anos..... | 52 |
| Figura 16 - Dados relativos às razões que motivam a não implementação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório.....         | 53 |
| Figura 17 - Distribuição das metodologias implementadas.....   | 54 |
| Figura 18 - Acreditações / certificações dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma.....                   | 55 |
| Figura 19 - Volume de negócios dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma.....                             | 56 |
| Figura 20 - Número de funcionários dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma.....                         | 56 |
| Figura 21 - Grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Lean.....   | 59 |
| Figura 22 - Grau de dificuldade da implementação da metodologia Lean.....  | 61 |
| Figura 23 - Dificuldades/limitações sentidas na implementação da metodologia Lean.....   | 62 |
| Figura 24 - Grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Seis Sigma.....                                   | 63 |
| Figura 25 - Grau de dificuldade da implementação da metodologia Seis Sigma.....  | 65 |
| Figura 26 - Dificuldades/limitações sentidas na implementação da metodologia Seis Sigma.....   | 66 |

## Índice de tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Tabela comparativa de metodologias Lean e Seis Sigma.....   | 17 |
| Tabela 2 - Resumo bibliográfico utilizado na construção do questionário .....  | 37 |
| Tabela 3 - Validação do questionário por laboratórios e alterações efetuadas.....  | 39 |
| Tabela 4 - Tabela comparativa das distribuições da amostra e população por acreditação / certificação e âmbito analítico .....   | 46 |
| Tabela 5 - Distribuição da amostra por acreditação/certificação e referencial normativo .....  | 46 |
| Tabela 6 - Distribuição da amostra por tipologia de laboratório quanto ao grau de conhecimento da metodologia Lean.....  | 48 |
| Tabela 7 - Distribuição da amostra por tipologia de laboratório quanto ao grau de conhecimento da metodologia Seis Sigma.....  | 49 |
| Tabela 8 - Estatísticas de confiabilidade dos itens em estudo para a metodologia Lean .....  | 50 |
| Tabela 9 - Estatísticas de confiabilidade dos itens em estudo para a metodologia Seis Sigma .....  | 50 |
| Tabela 10 - Estatísticas relativas ao número de técnicas/ferramentas conhecidas pelos respondentes que não implementaram as metodologias.....  | 50 |
| Tabela 11 - Estatísticas relativas ao número de técnicas/ferramentas conhecidas pelos respondentes que não implementaram as metodologias por pretensão de implementação das metodologias nos próximos três anos..... | 51 |
| Tabela 12 - Dados relativos às razões que motivam a não implementação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório relativamente à probabilidade de implementar a metodologia nos próximos 3 anos.....          | 53 |
| Tabela 13 - Âmbito analítico dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma .....  | 55 |
| Tabela 14 - Análise comparativa dos dados relativos ao número de funcionários dos laboratórios sem as metodologias implementadas e dos que têm pelo menos uma das metodologias implementadas .....                   | 57 |
| Tabela 15 - Teste de Normalidade dos dados relativos ao número de funcionários dos laboratórios sem as metodologias implementadas e dos que têm pelo menos uma das metodologias implementadas .....                  | 57 |
| Tabela 16 - Teste de hipótese nula relativo ao número de funcionários dos laboratórios sem as metodologias implementadas e dos que têm pelo menos uma das metodologias implementadas .....                           | 58 |
| Tabela 17 - Ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Lean .....  | 59 |
| Tabela 18 - Avaliação dos laboratórios quanto aos benefícios sentidos com a implementação da metodologia Lean.....   | 60 |
| Tabela 19 - Avaliação dos laboratórios quanto às dificuldades/limitações sentidas com a implementação da metodologia Lean.....   | 61 |
| Tabela 20 - Ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Seis Sigma.....   | 62 |
| Tabela 21 - Avaliação dos laboratórios quanto aos benefícios sentidos com a implementação da metodologia Seis Sigma.....   | 64 |
| Tabela 22 - Avaliação dos laboratórios quanto às dificuldades/limitações sentidas com a implementação da metodologia Seis Sigma.....   | 65 |
| Tabela 23 - Dados relativos ao grau de satisfação obtido com a implementação da metodologia Lean e número de ferramentas implementadas.....  | 66 |
| Tabela 24 - Testes de normalidade para número de ferramentas Lean .....  | 67 |
| Tabela 25 - Estatísticas descritivas para o grau de satisfação e número de ferramentas Lean implementadas.....   | 67 |
| Tabela 26 - Teste ANOVA para o grau de satisfação e número de ferramentas Lean implementadas .....   | 68 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 27 - Dados relativos ao grau de dificuldade sentido com a implementação da metodologia Lean e número de ferramentas implementadas.....       | 68 |
| Tabela 28 - Estatísticas descritivas para o grau de dificuldade e número de ferramentas Lean implementadas.....                                     | 69 |
| Tabela 29 - Teste ANOVA para o grau de dificuldade e número de ferramentas Lean implementadas.....  | 69 |
| Tabela 30 - Dados relativos ao grau de satisfação obtido com a implementação da metodologia Seis Sigma e número de ferramentas implementadas.....   | 70 |
| Tabela 31 - Testes de normalidade para número de ferramentas Seis Sigma.....  | 70 |
| Tabela 32 - Estatísticas descritivas para o grau de satisfação e número de ferramentas Seis Sigma implementadas.....                                | 71 |
| Tabela 33 - Teste ANOVA para o grau de satisfação e número de ferramentas Seis Sigma implementadas.....   | 71 |
| Tabela 34 - Dados relativos ao grau de dificuldade sentido com a implementação da metodologia Seis Sigma e número de ferramentas implementadas..... | 72 |
| Tabela 35 - Estatísticas descritivas para o grau de dificuldade e número de ferramentas Seis Sigma implementadas.....                               | 73 |
| Tabela 36 - Teste ANOVA para o grau de dificuldade e número de ferramentas Seis Sigma implementadas.....  | 73 |
| Tabela 37 - Análise comparativa do grau de satisfação e de dificuldade na implementação das metodologias.....                                       | 74 |
| Tabela 38 - Estatísticas de confiabilidade para indicadores de desempenho.....  | 75 |
| Tabela 39 - Estatísticas relativas aos indicadores de desempenho.....   | 75 |
| Tabela 40 - Estatísticas relativas aos indicadores de desempenho por implementação das metodologias Lean e Seis Sigma.....                          | 76 |
| Tabela 41 - Estatísticas de grupo relativas aos indicadores de desempenho por implementação ou não das metodologias.....                            | 77 |
| Tabela 42 - Testes de normalidade para indicadores de desempenho por implementação ou não das metodologias.....                                     | 78 |
| Tabela 43 - Resumo de Teste de hipóteses para indicadores de desempenho por implementação ou não das metodologias.....                              | 79 |
| Tabela 44 - Estatísticas de grupo relativa à variável agregação de desempenho por implementação de metodologias.....                                | 79 |
| Tabela 45 - Testes de normalidade para variável agregação de desempenho por implementação de metodologias.....                                      | 80 |
| Tabela 46 - Resumo de Teste de hipóteses para a variável agregação de desempenho por implementação de metodologias.....                             | 80 |

## Lista de abreviaturas

|         |  |
|---------|--|
| 5W2H    | <i>who, what, where, when, why, how, and how many</i>    |
| 5S      | <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>          |
| CEO     | <i>Chief executive officer</i>                           |
| CV      | Coeficiente de variação                                  |
| CTQ     | <i>Critical to Quality</i>                               |
| DFSS    | <i>Design for Six Sigma</i>                              |
| DMADV   | <i>Define, Measure, Analyze, Design, Verify</i>          |
| DMAIC   | <i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>        |
| DP      | Desvio padrão  |
| DPMO    | <i>Defects per million opportunities</i>                 |
| EN      | <i>European Standard</i>                                 |
| FMEA    | <i>Failure Mode and Effects Analysis</i>                 |
| IDI     | Investigação, Desenvolvimento e Inovação                 |
| IEC     | <i>International Electrotechnical Commission</i>         |
| INSA    | Instituto de Saúde Dr. Ricardo Jorge                     |
| IPAC    | Instituto Português de Acreditação                       |
| ISO     | <i>International Organization for Standardization</i>    |
| JUSE    | <i>Union of Japanese Scientists and Engineers</i>        |
| LE      | Limites de Especificação                                 |
| LSL     | <i>Lower specification limit</i>                         |
| MIT     | <i>Massachusetts Institute of Technology</i>             |
| MRP     | <i>Material Requirement Planning</i>                     |
| MAS     | <i>Measurement Systems Analysis</i>                      |
| NP      | Norma Portuguesa   |
| OSHAS   | <i>Occupational Health and Safety Assessments Series</i> |
| PDCA    | <i>Plan, Do, Check, Act</i>                              |
| PNAEQ   | Programa Nacional de Avaliação Externa da Qualidade      |
| PPM     | <i>Parts per million</i>                                 |
| QFD     | <i>Quality Function Deployment</i>                       |
| RELACRE | Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal       |
| SIPOC   | <i>Suppliers, Input, Process, Output, Customers</i>      |
| SMED    | <i>Single Minute Exchange of Die</i>                     |
| SPC     | <i>Statistical Process Control</i>                       |
| TEa     | <i>Allowable total error</i>                             |
| TPM     | <i>Total Productive Maintenance</i>                      |
| USL     | <i>Upper specification limit</i>                         |
| VSM     | <i>Value Stream Mapping</i>                              |
| WIP     | <i>Work In Progress</i>                                  |

# 1. Introdução

## 1.1. Apresentação e Oportunidade do Tema

Num contexto cada vez mais competitivo as empresas vêm como imperativo a necessidade de implementar uma cultura de melhoria contínua de forma a fazer face à constante volatilidade do mercado. De facto, a crescente exigência por parte dos consumidores relativamente a produtos e serviços, assim como o aumento da concorrência, tem conduzido a contantes necessidades de melhoria por parte das empresas. Neste sentido, as metodologias Lean e Seis Sigma, muito aplicadas na área da indústria, têm vindo a ser adotadas na área dos serviços, dados os notórios resultados proporcionados nas organizações a nível da melhoria dos processos (Andersson, Eriksson, & Torstensson, 2006; Dave, Muruges, & Devadasan, 2015; Neto, Faria, & Silva, 2015; Oliveira, 2013).

À semelhança das outras áreas, também no mercado laboratorial, em consequência da sua constante evolução, competitividade e necessidades dos clientes, há a urgência em manter processos com um elevado nível de flexibilidade e geradores de valor (Berlitz, 2011). Cada vez mais, os laboratórios são confrontados com superiores desafios associados ao aumento de trabalho e à redução de custos. A necessidade em aumentar a eficiência e os níveis de qualidade tornam-se fulcrais nos dias de hoje (Gras & Philippe, 2007).

O estudo do tecido laboratorial reveste-se de superior importância quando percecionamos a relevante função dos laboratórios na definição de um diagnóstico médico ou mesmo de saúde pública. Considerando o impacto que os resultados analíticos poderão ter na saúde humana, elementos como o prazo de resposta e fiabilidade dos resultados são de extrema importância. Nesta área, a implementação de ferramentas Lean e Seis Sigma, com benefícios claramente comprovados na indústria e serviços, tem revelado melhorias significativas em diversos indicadores como o nível de produtividade, prazo de resposta, custos, qualidade dos resultados e satisfação dos clientes (Gras & Philippe, 2007; Inal et al., 2017; Malacarne, 2018; Neto et al., 2015; Silva, 2013).

## 1.2. Objetivos e questões de investigação

Por forma a responder às questões de investigação formuladas – perceber se os laboratórios portugueses estão a adotar as metodologias Lean e Seis Sigma e se a implementação das mesmas tem ou não impacto nos indicadores de desempenho – esta investigação tem como objetivo efetuar um diagnóstico do grau de implementação das metodologias Lean e Seis Sigma, e respetivas ferramentas

da qualidade, nos laboratórios portugueses, assim como uma avaliação do impacto destas metodologias no desempenho organizacional.

### 1.2.1. Objetivos de investigação gerais

Face ao exposto pretende-se atingir essencialmente dois objetivos:

1. Caracterizar os laboratórios portugueses relativamente ao grau de conhecimento e implementação das metodologias Lean e Seis Sigma;
2. Avaliar o impacto destas metodologias no desempenho organizacional dos laboratórios.

### 1.2.2. Objetivos de investigação específicos

A obtenção de respostas aos objetivos definidos está dependente da correta definição dos mesmos, pelo que se torna necessário subdividi-los até os tornar tão específicos e precisos, quanto necessário, e identificar as variáveis sobre as quais iremos trabalhar (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Por forma a dar cumprimento aos dois objetivos gerais deste trabalho de investigação, definiram-se cinco objetivos específicos:

1. Efetuar uma caracterização geral dos laboratórios portugueses relativamente ao nível de conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma;
2. Relacionar o número de técnicas e ferramentas conhecidas com a pretensão de implementação futura das metodologias Lean e Seis Sigma e com as motivações para a não implementação das mesmas;
3. Analisar se as opções de implementação das metodologias Lean e Seis Sigma estão associadas a variáveis que caracterizam os laboratórios, tais como, a dimensão do laboratório, inclusão numa estrutura empresarial maior, o sector de atividade e a acreditação/certificação do laboratório;
4. Relacionar as técnicas e ferramentas utilizadas na implementação das metodologias Lean e Seis Sigma com os benefícios, grau de satisfação e de dificuldade sentidos com a implementação das mesmas;
5. Verificar se existe uma relação entre a implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e os resultados obtidos nos indicadores de desempenho dos laboratórios.

Pretende-se que este estudo seja o mais abrangente possível, incluindo um número significativo de laboratórios do território continental e ilhas de diferentes dimensões e áreas de negócio, como

laboratórios clínicos, tanto da área humana como veterinária, laboratórios de ensaios e laboratórios de calibração.

Para cumprimento deste propósito foi utilizada uma metodologia de investigação de natureza quantitativa, baseada na estratégia de investigação *survey*, e utilizando como instrumento de recolha de dados um questionário *online*, validado, distribuído aos laboratórios portugueses. Aos dados obtidos foi aplicado um tratamento estatístico, fazendo uso do *Microsoft Office Excel*, *Microsoft Office Access* e do *software IBM SPSS Statistics* (versão 25).

### 1.3. Contributos inovadores esperados

Até à data, os trabalhos publicados a nível nacional, na sua grande maioria, centram-se na generalidade das empresas portuguesas e em áreas mais abrangentes, pelo que se torna relevante o levantamento e disponibilização de informação numa área tão sensível como a área laboratorial na qual as melhorias, referidas pela literatura, que poderão advir da implementação de metodologias Lean e Seis Sigma são, de facto, importantes.

A informação disponível relativa ao tema apresentado corresponde, em grande parte, a estudos individuais de aplicação das referidas metodologias em laboratório, particularmente no plano internacional. A nível nacional, para além dos estudos de caso apresentados serem em número claramente inferior, não existe um diagnóstico suficientemente abrangente sobre a implementação de metodologias Lean e Seis Sigma em laboratórios portugueses e o impacto desta em indicadores de desempenho, como por exemplo, produtividade, eficiência, prazo de resposta ou satisfação dos clientes.

Face à relevância do tema e à lacuna de informação a nível nacional, procura-se com este trabalho obter informação relevante, e ainda não disponível, que permita caracterizar o tecido empresarial laboratorial português e aumentar a produção de conhecimento nos domínios das metodologias Lean e Seis Sigma, dando assim a conhecer o estado da arte a nível nacional e os possíveis benefícios, limitações e/ou dificuldades da aplicação destas metodologias em laboratório.

### 1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco partes ou secções.

Na secção 1 – Introdução – são apresentados os elementos introdutórios ao tema deste trabalho, sendo feita uma contextualização ao mesmo, bem como os objetivos e contributos inovadores esperados do estudo realizado.

Na secção 2 - Revisão da literatura - são abordados os principais conceitos que sustentam esta investigação nomeadamente as metodologias Lean e Seis Sigma, ferramentas utilizadas na implementação das mesmas e o desempenho organizacional em laboratórios. Para as temáticas trabalhadas são ainda apresentados alguns casos de sucesso na aplicação das respetivas ferramentas em laboratório.

As questões de investigação assim como a metodologia aplicada neste estudo são apresentadas na secção 3 - Questões e metodologia de investigação, onde se expõe o trabalho efetuado para desenvolvimento do instrumento de recolha de dados, assim como os dados da amostra recolhidos.

A Secção 4 divulga os resultados obtidos com a investigação efetuada, estando a apresentação dos mesmos estruturada de acordo com os objetivos a atingir.

Na secção 5 - Análise e discussão de resultados - são descritos os resultados obtidos com o desenvolvimento desta investigação em conjunto com a análise e a discussão dos mesmos.

Por último, na secção 6 - Conclusões - é efetuada uma síntese sobre o tema, descrevendo-se os principais resultados obtidos com esta investigação e realçando a sua contribuição para o domínio teórico e prático, bem como as suas limitações.

## 2. Revisão de literatura

De forma a contextualizar o tema desta investigação, que incide sobre a aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório, interessa fazer um enquadramento sobre as mesmas de forma global, da sua aplicação específica em laboratório bem como do desempenho organizacional em laboratórios.

Neste seguimento são abordados os seguintes temas:

1. Ferramentas da qualidade - uma vez que a implementação das metodologias Lean e Seis Sigma envolve muitas vezes, para além da aplicação de ferramentas específicas, a utilização das clássicas e novas ferramentas da qualidade, estas são explanadas no primeiro ponto desta revisão;
2. Metodologias Lean e Seis Sigma - são abordados os principais aspectos destas metodologias, bem como as ferramentas utilizadas para a aplicação de cada uma delas;
3. Aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório - apresentam-se diferentes exemplos de aplicação das metodologias em laboratório;
4. Desempenho organizacional - considerando que as metodologias apresentadas objetivam a melhoria do desempenho organizacional desenvolve-se neste ponto algumas considerações relativas ao mesmo.

### 2.1. Ferramentas da Qualidade

#### 2.1.1. Sete ferramentas clássicas da qualidade

As sete ferramentas clássicas da qualidade, amplamente utilizadas no controlo de qualidade, foram evidenciadas por Kaoru Ishikawa nos anos 60 (Tague, 2005; Veltman, 2006), sendo as mesmas apresentadas abaixo (Juran & Godfrey, 1998; Westcott, 2013):

1. Fluxograma - corresponde à representação sequencial das etapas e pontos de decisão de um processo<sup>1</sup> permitindo a sua visualização global e compreensão;
2. Folha de Verificação - documento utilizado para registo de uma lista de itens ou informações alvos de análise;
3. Diagrama de Ishikawa / Diagrama Espinha de Peixe / Diagrama de Causa-Efeito - forma de registo de uma lista de possíveis causas para um problema (efeito) agrupadas por categorias,

---

<sup>1</sup> "Conjunto de atividades inter-relacionadas ou interatuantes que utiliza entradas para disponibilizar um resultado pretendido" (NP EN ISO 9000, 2015).

tendo por objetivo a identificação e análise das variáveis que podem afetar os resultados de um processo;

4. Diagrama de Pareto – representação gráfica que permite aferir as principais causas de um problema para priorização da atuação sobre as mesmas; o princípio de Vilfredo Pareto, mais tarde aplicado por Juran, realça que 80% da variabilidade num processo é causada por cerca de 20% das variáveis ou causas o que permite concentrar os recursos nos chamados problemas vitais;
5. Carta de Controlo – representação gráfica que demonstra o desempenho de um processo ao longo do tempo identificando os limites de controlo superior e inferior assim como possíveis pontos fora de controlo; permite verificar se um processo está a ser influenciado ou não por causas especiais de variação<sup>2</sup>, estando ou não fora de controlo estatístico;
6. Histograma – gráfico que representa a distribuição da frequência de um conjunto de dados bem como a sua tendência;
7. Diagrama de Dispersão – gráfico que representa a relação entre duas variáveis determinando a existência ou não de correlação entre ambas (relações de causa-efeito).

Como descrito estas ferramentas têm como objetivo a obtenção de dados sobre o comportamento de um processo tornando-os acessíveis à análise, controlo e desenvolvimento de soluções para problemas detetados, permitindo às empresas a compreensão dos seus processos e implementação de projetos de melhoria (Bauer, Duffy, & Westcott, 2006; Juran & Godfrey, 1998).

A sua utilização conjunta e sequencial permite o evoluir do conhecimento sobre um processo e a deteção de melhorias, iniciando-se pela análise do estado atual do processo (fluxograma, folha de verificação, histograma) e do seu estado de controlo (cartas de controlo), evoluindo para uma análise de correlação de variáveis (diagrama de dispersão), deteção dos problemas e suas possíveis causas (diagrama de Ishikawa) e por fim a priorização destas (Diagrama de Pareto) (Westcott & Duffy, 2014).

### 2.1.2. Sete novas ferramentas da qualidade

As sete novas ferramentas da qualidade, também designadas como ferramentas de gestão e planeamento, foram desenvolvidas em 1976 pela *Japanese Society for Quality Control Technique Development* em associação com a *Union of Japanese Scientists and Engineers* (JUSE) com o objetivo de elevar o controlo de qualidade a um nível superior através da introdução de elementos de melhoria como a inovação, planeamento e comunicação (Tague, 2005; Westcott & Duffy, 2014). Estas ferramentas encontram-se descritas abaixo (Tague, 2005; Westcott, 2013; Westcott & Duffy, 2014):

---

<sup>2</sup> Causas de variação não aleatórias e externas a um processo que, quando presentes, indicam que um processo está fora de controlo estatístico; em oposição às causas de variação comuns que são intrínsecas aos processos e estão sempre presentes.

1. Diagrama de Afinidades – derivado do método KJ desenvolvido por Jiro Kawakita esta ferramenta organiza um elevado número de itens ou ideias em categorias através das suas afinidades naturais, sendo usado para tornar visuais as ideias verbais;
2. Diagrama de Relações Inter/Relações – método que identifica relações lógicas de causa-efeito existentes entre os diversos elementos de um processo ou entre ideias;
3. Diagrama em Árvore – define as tarefas a efetuar para atingir um objetivo através da divisão de um objetivo global em etapas mais detalhadas, ou seja, parte do nível geral o específico;
4. Diagrama Matricial – permite comparar conjuntos de dados de forma a estabelecer graus de relacionamento entre eles;
5. Matriz de Prioridades – matriz que utiliza técnicas comparativas para estabelecimento de prioridades com o objetivo de escolher as melhores opções;
6. Diagrama de Atividades – estabelece a ordem de execução das tarefas, datas e responsáveis de execução, de forma a definir o melhor cronograma para um projeto;
7. Gráfico de Decisão do Processo – identifica os problemas que podem surgir num processo e os respetivos planos de contingência em caso de ocorrência.

Relativamente às clássicas ferramentas da qualidade, e como já referido, as novas ferramentas vieram adicionar valor ao controlo da qualidade ao introduzir os fatores como o planeamento, variação, comunicação e criatividade tornando-as eficazes ferramentas de gestão e planeamento utilizadas para atingir os objetivos esperados (Bauer et al., 2006; Tague, 2005).

## 2.2. Metodologias Lean e Seis Sigma

De forma a perceber os benefícios inerentes a estas metodologias interessa fazer um enquadramento sobre as mesmas.

### 2.2.1. Lean

Ainda que as bases para o conceito Lean possam ser atribuídas a Henry Ford (1913) pela sua implementação de um fluxo nos processos que se traduzia por uma produção em massa e a baixo custo associada ao envolvimento dos colaboradores (Collins & Wiersma, 2008), foi na década de 50, após a segunda guerra mundial, no Japão, que surgiu o *Toyota Production System*, desenvolvido por Taiichi Ohno, no qual se baseiam os atuais princípios associados à metodologia Lean – *Lean Thinking* (pensamento magro). O *Toyota Production System* foca-se na redução de desperdícios, trabalhando assim com a variável custos e conduzindo a uma melhoria na eficiência produtiva e na criação de valor para o cliente. O termo Lean surge apenas no final da década de 80 por investigadores do MIT –

*Massachusetts Institute of Technology*, tendo a sua divulgação mundial ocorrido por Womack, Jones & Roos na primeira edição de 1991 do livro " *The machine that changed the world*" (Neto et al., 2015; Oliveira, 2013; Womack & Jones, 2003; Womack, Jones & Roos, 2007).

"Lean é o termo usado para descrever uma filosofia e um conjunto de princípios de gestão para a melhoria contínua de qualquer processo de produção, concentrando-se na eliminação de desperdícios e na criação de um produto melhor do ponto de vista do cliente" (Collins & Wiersma, 2008: 1).

Segundo Womack e Jones (2003) o *Lean Thinking* baseia-se em cinco princípios fundamentais (Collins & Wiersma, 2008; Neto et al., 2015; Oliveira, 2013; Womack & Jones, 2003):

1. Especificar o valor – identificar o que significa valor do ponto de vista do cliente de forma a criar valor que seja percebido por ele como tal;
2. Identificar a cadeia de valor – identificar a sequência de ações e processos que permitem criar valor para o cliente;
3. Fluxo de valor – promover um fluxo contínuo de atividades geradoras de valor, garantindo que tudo o que não acrescenta valor ao processo é eliminado;
4. Pull (puxar) – produzir apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade necessária; a produção deve ser "puxada" pelo cliente, eliminando *stocks*;
5. Perfeição – procurar continuamente a melhoria (kaizen) nos processos, de forma a reduzir custos, prazos, erros, espaço e criar novas formas de valor.

O objetivo do *Lean Thinking* é a transformação de desperdícios em valor na perspectiva do cliente, onde o desperdício é algo que não acrescenta valor ao produto ou serviço final e pelo qual o cliente não está disposto a pagar (Halwachs-Baumann, 2010; Neto et al., 2015; Womack et al., 2007).

Taiichi Ohno identificou três conceitos, relacionados entre si, como responsáveis por produtos ou serviços defeituosos: *Mura* (produção irregular e desnivelada), conducente a *Muri* (sobrecarga de trabalho) e gerador de *Muda* (desperdícios). Foram listados sete tipos de desperdícios (Neto et al., 2015; Oliveira, 2013; Womack et al., 2007):

1. Excesso de produção: quando a produção é superior ao necessário, originando *stocks* e custos adicionais;
2. Excesso de processamento: corresponde a todas as etapas desnecessárias num processo, mas que são efetuadas e que não acrescentam valor ao produto;
3. Espera: tempo em que há paragem do processo produtivo, no qual máquinas/pessoas aguardam por recursos para poderem iniciar tarefas;

4. Transporte: todas as deslocações desnecessárias de produtos durante o processo produtivo e de distribuição;
5. Movimentações: toda a movimentação desnecessária de pessoas na realização de tarefas;
6. Excesso de *stock*: corresponde a todo o armazenamento de materiais que for superior à necessidade de demanda e que origina um aumento nos custos operacionais;
7. Defeitos: produtos defeituosos conduzem a necessidades de nova produção, retrabalho e inspeções.

Womack & Jones, no seu livro *Lean Thinking*, identificaram ainda uma oitava forma de desperdício:

8. Subutilização: não aproveitamento do potencial dos recursos.

Os objetivos da implementação da metodologia Lean baseiam-se na melhoria da qualidade, eliminação do desperdício, redução do tempo de execução e redução do custo total (Garikes, 2004).

Para a implementação da metodologia Lean podem ser utilizadas diversas ferramentas (Liker & Meier, 2006; Neto et al., 2015; Oliveira, 2013; Tague, 2005):

1. Mapeamento do fluxo de valor / VSM – *Value Stream Mapping* – visualização do percurso de uma família de produtos durante toda a cadeia de valor, permitindo a deteção de oportunidades de melhoria a sua implementação na cadeia de processos;
2. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) – conjunto de práticas que visam a manutenção de condições ótimas nos locais de trabalho, contribuindo para a redução do desperdício e melhoria do desempenho de pessoas e processos:
  - a) *Seiri* – Separar/Classificar – separação dos itens necessários e desnecessários à realização de tarefas em cada posto de trabalho, devendo-se eliminar dali os não necessários;
  - b) *Seiton* – Organizar/Arrumar – identificação do local e forma de armazenamento de cada item;
  - c) *Seiso* – Limpar – preservação das condições dos locais de trabalho (instalações/equipamentos), para que estes se mantenham limpos e arrumados;
  - d) *Seiketsu* – Normalizar – Implementação de procedimentos padronizados em todos os postos de trabalho;
  - e) *Shitsuke* – Autodisciplina/Respeitar – manutenção das condições existentes e sensibilização dos colaboradores para introdução de hábitos de melhoria e respeito;
3. Gestão visual – utilização de elementos visuais para comunicação e organização de trabalho;
4. Trabalho padronizado – existência de normalização no trabalho, de modo a que seja efetuado sempre da mesma forma e privilegiando a intervenção dos colaboradores no desenvolvimento do mesmo;

5. SMED - *Single Minute Exchange of Die* – redução do tempo do processo de *setup* ou seja, o tempo de preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção;
6. *Poka-Yoke* – mecanismos/dispositivos que detetam ou evitam erros/defeitos;
7. *One piece flow* – produção de uma peça de cada vez ao longo da cadeia de produção, de forma a reduzir a acumulação do *Work In Progress* (WIP) entre processos e melhorar o fluxo do processo;
8. Balanceamento da produção – atribuição de uma carga de trabalho semelhante a cada trabalhador, manutenção de um ritmo de trabalho constante e melhoria do *layout* das instalações, de forma minimizar estrangulamentos na produção e rentabilizar ao máximo pessoas e equipamentos;
9. Sistema *Pull* – produção despoletada pelas necessidades do cliente; corresponde ao conceito de just-in-time, de entregar ao cliente o que ele quer, quando quer e nas quantidades que quer;
10. *Kanban* – palavra japonesa que significa cartão/sinal e que corresponde a um método de sinalização (cartão, espaço vazio, ou outro elemento) que controla os fluxos de produção;
11. *Heijunka* / Nivelamento da produção – programação da produção de forma a que as oscilações de pedidos se traduzam num processo de produção nivelado;
12. *Mizumashi* – operador de abastecimento interno que tem como função fornecer as matérias-primas necessárias a cada posto de trabalho seguindo rotas normalizadas e em horários definidos.
13. *Jidoka* / Automação – originário da Toyota este conceito consiste em fornecer aos equipamentos e colaboradores a capacidade de deteção de condições anormais de produção no momento da ocorrência de forma a permitir a sua resolução imediata;
14. Diagrama de *Spaghetti* – representação visual do trajeto de um item num processo através de linhas de fluxo contínuas com o objetivo de identificar redundâncias no fluxo de trabalho;
15. *Gemba* / Chão de fábrica – corresponde ao local de trabalho real, no qual deve ser focada a atenção;
16. Manutenção Produtiva Total / TPM - *Total Productive Maintenance* – metodologia de redução e/ou eliminação de falhas em equipamentos;
17. Organização de pessoas / *layouts* em células de trabalho – organização das etapas sequenciais de trabalho o mais próximo possível umas das outras, de forma a garantir um fluxo contínuo de trabalho, com minimização das distâncias e movimentações;
18. *A3 Problem Solving* – Ferramenta de comunicação visual que sintetiza o conjunto de informações vitais relativas a um projeto numa única página;
19. *Kaizen* – melhoria continua.

Das ferramentas Lean descritas algumas têm mais aplicabilidade na área da indústria, enquanto outras se podem implementar mais facilmente nos serviços, como é o caso do mapeamento do fluxo de valor, 5S, gestão visual, trabalho padronizado e que são amplamente utilizadas na área laboratorial e apresentam resultados muito positivos em termos de produtividade e eficiência, capacitando as empresas para a contínua adaptação às exigências de clientes e do mercado (Berlitz, 2011).

### 2.2.2. Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma surgiu por volta dos anos 80 na Motorola, com o objetivo de reduzir a variação associada aos processos. Baseando-se no trabalho desenvolvido nas empresas Japonesas, Robert Galvin, CEO da Motorola, Bill Smith, Mikel Harry e Richard Schroeder promoveram a criação e implementação do primeiro programa de melhoria Seis Sigma com o qual a Motorola alcançou um aumento significativo nos lucros pela redução de custos e da variação dos processos. Mais tarde, nos anos 90, a General Electric representada pelo seu CEO Jack Welsh, reportou também ganhos e poupanças impressionantes após a implementação de diversos projetos Seis Sigma. O sucesso destas empresas conduziu ao aumento do interesse global por esta metodologia (Andersson et al., 2006; Klefsjo, Bergquist, & Edgeman, 2006).

O Seis Sigma é definido pela General Electric como um “processo altamente disciplinado que conduz ao desenvolvimento e entrega de produtos e serviços quase perfeitos. A ideia central por trás do Seis Sigma é poder medir quantos defeitos existem num processo, sistematicamente descobrir como eliminá-los e chegar tão perto de zero defeitos quanto possível. Para alcançar a Qualidade Seis Sigma um processo não deve produzir mais de 3,4 defeitos por um milhão de oportunidades” (Klefsjo et al., 2006: 8).

“O Seis Sigma visa alcançar a qualidade reduzindo a variação nos processos. O Seis Sigma visa reduzir as taxas de erros, de modo a que 6 desvios padrão em torno da média de um processo sejam inferiores aos limites de controlo superior e inferior definidos” (Winters-Miner et al., 2015: 152).

O Seis Sigma relaciona a variação de um processo com os requisitos do cliente (especificações), sendo um defeito qualquer valor que não cumpra com as especificações do cliente. O nível sigma corresponde à distância entre a média e os limites de especificação, sendo o objetivo do Seis Sigma a redução da variabilidade num processo de forma a que os limites de especificação (inferior – LSL e superior – USL) sejam pelo menos seis desvios-padrão do valor alvo do processo. Sendo que um processo pode sofrer pequenas flutuações ao longo do tempo, dada a sua natureza dinâmica e resultado de variações aleatórias, a média tende a alterar-se e não coincidir com o valor alvo. Um processo num nível Seis Sigma, e considerando pequenas oscilações na média (de 1,5 desvios-padrão do valor alvo com base no histórico da Motorola), produz 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, ou seja, 99,9997% dos resultados estão

dentro das especificações, como demonstrado na figura seguinte (George, 2003; McCarty, Bremer, Daniels, & Praveen, 2004; Montgomery & Woodall, 2008).

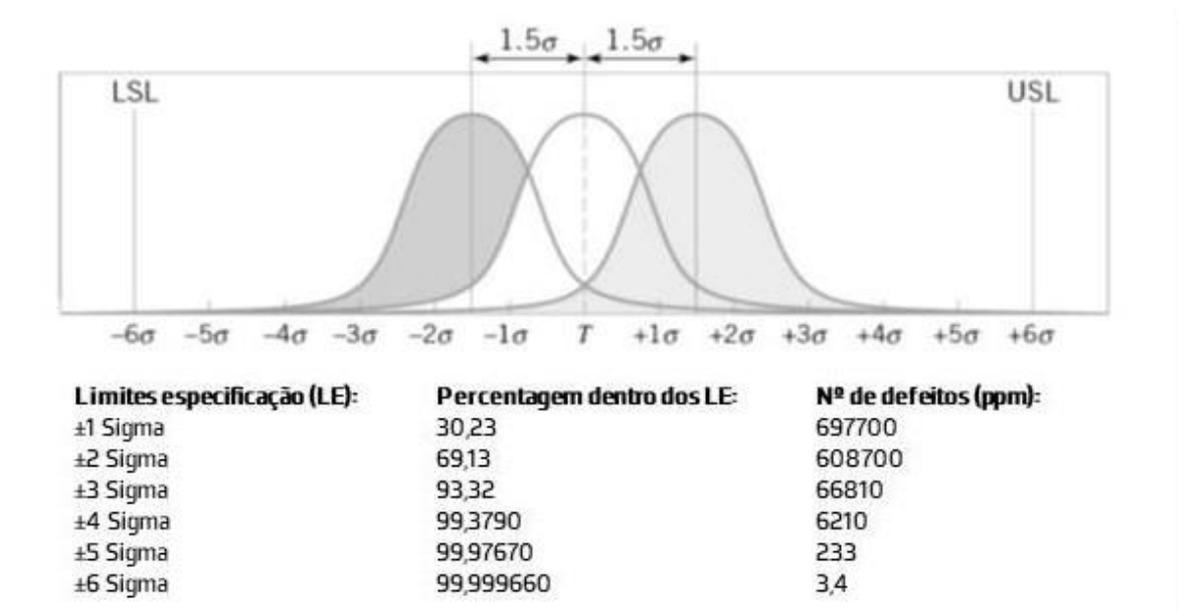


Figura 1 - Níveis sigma e distribuição normal com variação da média em 1,5 desvios-padrão. Fonte: Montgomery & Woodall, 2008

O Seis Sigma corresponde à capacidade de um processo produzir unidades dentro dos limites estabelecidos. O objetivo deste programa será reduzir a variação através de melhorias contínuas e inovadoras de forma a garantir a satisfação dos clientes (Andersson et al., 2006). É definido por Snee (2004: 8) como “uma abordagem de melhoria que busca encontrar e eliminar as causas de defeitos nos processos, concentrando-se nas saídas do processo que são de importância crítica para os clientes.”

De facto, são notórios os bons resultados obtidos com a aplicação desta metodologia a nível de redução de defeitos e melhorias dos processos (Elder, 2008). Linderman, Schroeder, Zaheer, & Choo (2003: 195) descrevem o Seis Sigma como “um método organizado e sistemático de melhoria de processos estratégicos e desenvolvimento de novos produtos e serviços, que assenta em métodos estatísticos e científicos para reduzir de forma drástica as taxas de defeitos definidas pelo cliente”.

São enumerados diversos componentes como necessários para a implementação de um projeto Seis Sigma, tais como a infraestrutura, organização, treino, ferramentas estatísticas, destacando-se como essencial o envolvimento da gerência/administração. Na sua implementação é necessária a criação de uma estrutura organizacional e multidisciplinar com delineamento das diferentes responsabilidades e funções dentro da equipa, estando esta hierarquicamente distribuída da seguinte forma (Andersson et al., 2006; McCarty et al., 2004; Westcott & Duffy, 2014; Winters-Miner et al., 2015):

1. *Sponsor*
2. *Master Black Belt*
3. *Black Belt*
4. *Green Belt*

Uma das características das iniciativas Seis Sigma é que envolve treino intensivo e equipas dedicadas 50 a 100% do seu tempo nos projetos de melhoria (Juran & Godfrey, 1998; Linderman et al., 2003).

O Seis Sigma envolve um método estruturado de implementação em cinco fases – DMAIC– acrónimo de *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control* / Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo e que incide em processos já existentes para a melhoria do seu desempenho. Cada uma das etapas define-se por (Andersson et al., 2006; Silva, 2013; Winters-Miner et al., 2015):

*Define* – definir e mapear os processos a melhorar, a equipa afeta ao projeto, os clientes e as suas necessidades e expectativas;

*Measure* – identificar e medir as variáveis que afetam os processos, bem como a sua performance;

*Analyze* – analisar a origem dos defeitos e oportunidades de melhoria;

*Improve* – melhorar o processo através da implementação das soluções identificadas;

*Control* – verificar e controlar o processo de modo a garantir que as melhorias introduzidas se mantêm.

Uma variação ao método *Six Sigma* DMAIC é o DFSS – *Design for Six Sigma*, que se destina ao desenvolvimento de novos processos, produtos ou serviços. Esta metodologia é implementada, à semelhança do ciclo DMAIC, em cinco etapas (Andersson et al., 2006; Linderman et al., 2003; Silva, 2013; Winters-Miner et al., 2015):

DMADV – acrónimo de *Define, Measure, Analyze, Design* e *Verify* / Definição, Medição, Análise, Desenho, Verificação – que se traduz na seguinte ordem de trabalhos:

*Define* – definir o novo processo e os respetivos;

*Measure* – proceder à identificação e medição do processo e necessidades dos clientes;

*Analyze* – analisar as opções e viabilidade;

*Design* – desenvolvimento do processo de forma a satisfazer as necessidades dos clientes;

*Verify* – validação do processo de forma a perceber se vai ao encontro das necessidades do cliente.

O Seis Sigma pode ser pensado como sistema de gestão, metodologia ou métrica. Enquanto métrica é utilizado para avaliar o desempenho de um processo, uma escala que permite a comparação de processos pelo número de defeitos gerados por um milhão de oportunidades. Como metodologia torna-se mais abrangente na medida em que as métricas são aplicadas no ciclo DMAIC para análise de processos e erradicação de fontes de variação através de aplicação de planos de melhoria. O maior impacto nas organizações ocorre quando o Seis Sigma é aplicado no seu maior grau de abrangência, sendo visto como um sistema de gestão ao mais alto nível das empresas, no qual as métricas e as metodologias são alinhadas para a gestão dos requisitos do cliente (McCarty et al., 2004).

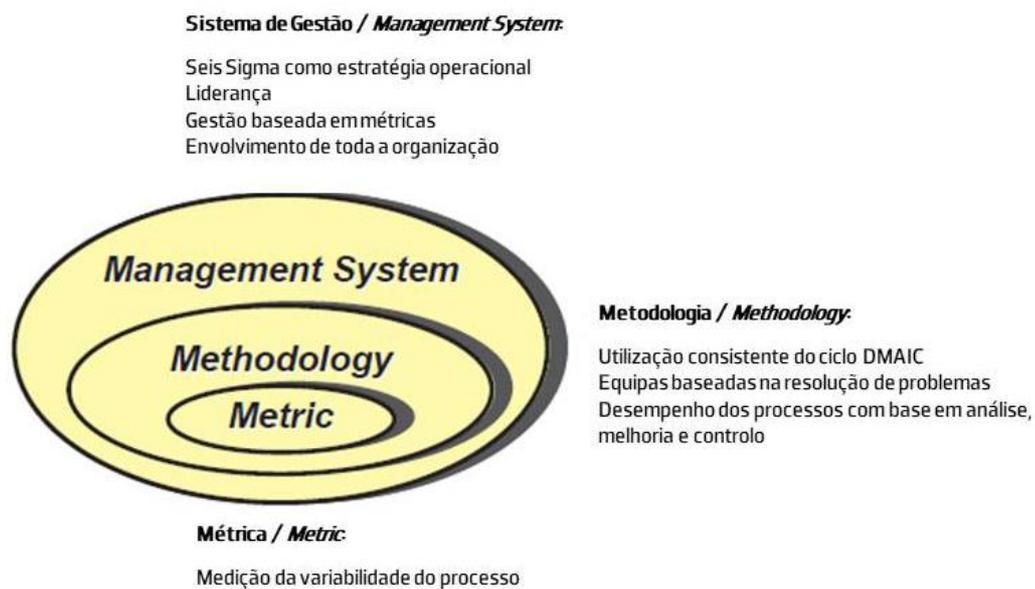


Figura 2 - Seis Sigma enquanto métrica, metodologia e sistema de gestão. Fonte: McCarty et al., 2004.

No processo de implementação da metodologia Seis Sigma e em cada uma das fases são utilizadas diversas técnicas e ferramentas da qualidade entre as quais se encontram, para além das apresentadas abaixo, as clássicas e novas ferramentas da qualidade (Bauer et al., 2006; George, 2003; Tague, 2005; Westcott & Duffy, 2014; Westgard, Bayat, & Westgard, 2018):

1. Análise de Capacidade do Processo – análise efetuada para verificar a capacidade de um processo em cumprir as especificações, ou seja, em produzir consistentemente resultados dentro dos limites especificados;
2. Árvore dos CTQ's (*Critical to Quality*) – análise dos fatores críticos para a qualidade considerando os requisitos do cliente;

3. *Brainstorming* – processo de grupo utilizado para desenvolver ideias criativas sobre um determinado tema num curto espaço de tempo;
4. *Deployment Diagram* – Planos de implementação Seis Sigma;
5. Diagrama de *Gantt* – ferramenta de planeamento de um projeto que consiste num gráfico de barras que ilustra as tarefas a desempenhar e o estado de evolução das mesmas;
6. FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) – abordagem de identificação das possíveis falhas (erros ou defeitos) existentes num processo/projeto e respetivas consequências. São avaliadas a gravidade, frequência e facilidade de deteção das consequências das falhas com o objetivo de implementar ações de minimização ou eliminação das mesmas;
7. Métricas Seis Sigma – fórmulas matemáticas utilizadas no cálculo do valor sigma de um processo; a escala sigma traduz o número de defeitos de um processo por milhão de oportunidades;
8. *Project charter* – desenvolvido na fase inicial de um projeto objetivando a compreensão, por parte de todos os intervenientes, do âmbito, metodologia e objetivos do mesmo;
9. QFD (*Quality Function Deployment*) – desenvolvida no Japão nos anos 60, esta técnica, também conhecida como a Casa da Qualidade, foca-se na satisfação do cliente de forma a satisfazer as suas necessidades e expectativas; através da utilização de ferramentas de gestão e planeamento transforma as necessidades e expectativas do cliente em especificações de desenvolvimento e requisitos operacionais;
10. Gráfico de decisão do método Sigma / *Sigma Method Decision Chart* – ferramenta que converte as métricas sigma em informação visual (representação gráfica); utilizado em âmbito laboratorial a imprecisão é colocada no eixo do x e o BIAS no eixo do y observando-se os dados de desempenho de um método analítico como coordenadas gráficas em relação às melhores métricas sigma;
11. SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customers* – Fornecedor, entrada, processo, saída, Cliente) – identificação dos elementos intervenientes num processo (fornecedores, entradas, processos, saídas e clientes) objetivando a melhoria do mesmo através da análise da informação;
12. SPC (*Statistical Process Control* – Controlo Estatístico do Processo) – utilização de técnicas estatísticas para monitorização de um processo com o objetivo de controlar a qualidade do produto final;
13. MSA (*Measurement Systems Analysis* – Análise dos Sistemas de Medição) – método matemático utilizado na validação dos sistemas de medição; avalia a exatidão, precisão, reprodutibilidade, repetibilidade e estabilidade de um sistema de forma a determinar a capacidade do sistema de medição, desempenho e nível de incerteza em relação aos valores

medidos; tem como objetivo a determinação do nível de variação de um processo de medição dado que este pode contribuir a variabilidade geral do processo.

Na imagem seguinte é possível verificar a aplicação de algumas das ferramentas descritas no ciclo DMAIC do Seis Sigma.

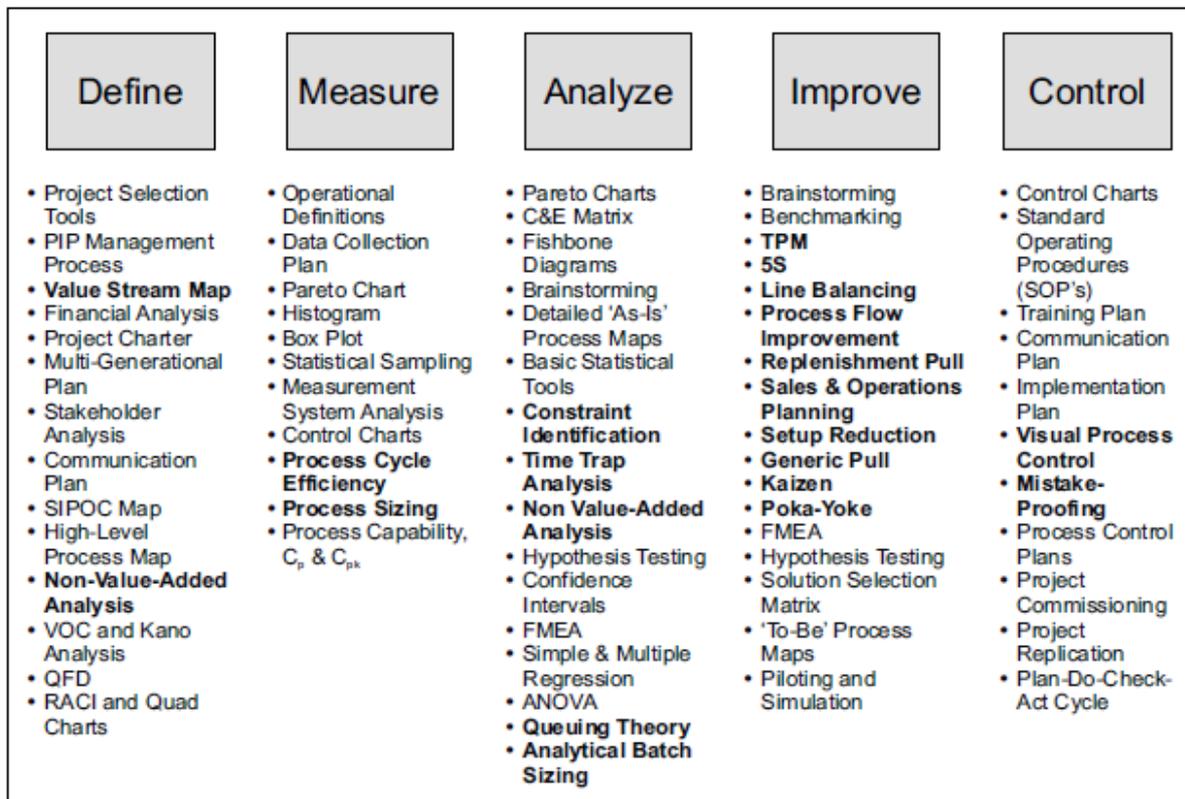


Figura 3 - Ferramentas utilizadas num ciclo DMAIC Seis Sigma. Fonte: McCarty et al, 2004.

Como descrito acima, o sucesso de um projeto Seis Sigma irá depender, de entre outros factores, da forma de abordagem, do treino dos intervenientes assim como da correta aplicação das ferramentas e metodologia.

### 2.2.3. Lean Seis Sigma

Face ao exposto é de considerar a complementaridade das duas metodologias avançando com a utilização de técnicas Lean na identificação de defeitos associados à ineficiência dos processos (Elder, 2008). De facto, esta associação permite a monitorização e redução de erros através de projetos Seis Sigma e a eliminação daqueles, sempre que possível, com a utilização das ferramentas Lean (Stankovic & DiLauri, 2008). Ambos buscam o aumento da eficiência, o Lean através da eliminação de desperdícios no

trabalho efetuado e o Seis Sigma através da redução das ineficiências na variação dos processos, pelo que os resultados obtidos são mais efetivos quando implementadas em conjunto.

A integração Lean e Seis Sigma tem originado benefícios significativos para as empresas através da redução no número de defeitos e eliminação de desperdícios, conduzindo assim à sua melhoria contínua (Andersson et al., 2006; Dave et al., 2015; Neto et al., 2015; Oliveira, 2013).

Quando analisamos comparativamente as duas metodologias é notável que a sua integração adicionará valor aos projetos de melhoria da qualidade, como referido por Jack Welch, CEO da General Electric, quando inicialmente optou pela implementação de projetos Seis Sigma não aliados a Lean. É importante notar que da mesma forma que o Seis Sigma não conta com ferramentas conduzentes a uma melhoria nos prazos de resposta, o Lean não coloca um processo em controlo estatístico (George, 2003).

| Conceitos                  | Seis Sigma   | Lean  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Teoria</b>              | Sem defeitos   | Remover desperdícios  |
| <b>Objetivo</b>            | Reduzir a variação e melhorar processos                              | Melhorar o fluxo do processo  |
| <b>Metodologias</b>        | Definição, Medição, Análise, Melhoria/Desenho e Controlo/Verificação | Perceber o valor para o cliente, a cadeia de valor, análise, fluxo, sistema <i>pull</i> , perfeição |
| <b>Ferramentas</b>         | Ferramentas estatísticas e analíticas avançadas                      | Ferramentas analíticas  |
| <b>Efeitos primários</b>   | Economia   | Reduzir o prazo de resposta   |
| <b>Efeitos Secundários</b> | Atingir objetivos de negócios e melhorar o desempenho financeiro     | Reduzir o inventário, aumentar a produtividade e a satisfação do cliente                            |

Tabela 1 - Tabela comparativa de metodologias Lean e Seis Sigma. Adaptado de: Andersson et al., 2006.

Num laboratório, tal como descrito, a utilização isolada de metodologias Lean não garante que os processos se encontrem em controlo estatístico, da mesma forma que a implementação de projetos Seis Sigma não associados a Lean não beneficia da eficiência em tempo e custos no fluxo do processo, pelo que a sua sinergia se traduz num mais elevado nível de qualidade (Hamilton, 2018).

## 2.3. Aplicação em laboratório

### 2.3.1. Lean

Na indústria o pensamento Lean tem como objetivo fazer mais com menos. Em laboratório o objetivo será a realização de um volume de análises superior, em menos tempo e com menos espaço, ou seja, minimizar o consumo de recursos que não adicionam valor ao produto final, o que se traduz na redução de custos e aumento da produtividade (Garikes, 2004; Gonçalves, 2012).

Uma implementação Lean em laboratório inicia-se por formação e pela constituição de uma equipa multidisciplinar, em que o envolvimento da gestão é essencial. O primeiro passo será avaliar e documentar o estado atual dos processos, de forma criar um mapa de fluxo de processo que permita quantificar, visualmente, o tempo que uma amostra está efetivamente em processamento (gerador de valor) e quanto tempo fica parada. Desta forma consegue-se identificar as causas dos problemas no processo, sendo identificadas possíveis soluções de melhoria e redesenhado um novo mapa de fluxo de valor, com tempos de ciclo inferiores e definição de metas (Collins & Wiersma, 2008; Moraes, Fujisawa, Martins, & Portes, 2013).

É possível enumerar uma série de resultados de sucesso de aplicação da metodologia Lean em laboratório. Quando o Lean é abordado verifica-se que num laboratório clínico o redesenho de processos, que ocorre na sequência do mapeamento do fluxo de valor, permite uma redução de 50% a nível de gestão de amostras biológicas e de 200% no prazo de resposta de ensaios que implicavam transferência de plataforma assim como um aumento de produtividade superior a 39% nos ensaios automatizados e uma maior flexibilidade de processos (Berlitz, 2011).

Com a implementação de ferramentas como a organização de pessoas, *layouts* em células de trabalho, sistemas de fluxo contínuo, gestão de *stocks* em cada estação de trabalho e armazéns, controlo e gestão visual e os 5S é possível verificar uma produtividade individual superior, uma redução nos prazos de resposta e uma redução de custos, bem como uma alteração na motivação dos colaboradores (Collins & Wiersma, 2008).

Também na área da farmacêutica, a aplicação de alguns conceitos Lean, como a avaliação e reestruturação de mapas de fluxo de valor, gestão visual e 5S, resultaram numa redução de 50% no prazo de resposta, aumento de 40% no número de análises efetuadas por analista, redução de 88% no número de equipamentos e um ganho de 50% na qualidade dos testes efetuados (Moraes et al., 2013).

Ao nível do diagnóstico molecular verificam-se resultados muito favoráveis nos tempos de resposta de algumas análises após a introdução de metodologias Lean: 44% de redução (média de 2.7 para 1.5 dias). Neste laboratório foi efetuado um importante trabalho a nível de fornecedores (realização de reuniões periódicas entre o laboratório e os clínicos de hospital) que resultou num crescente número de amostras de sangue devidamente recolhidas (de 50 a 87%). O processo de eliminação de desperdícios não geradores de valor, padronização do processo de pedidos, colheitas e emissão de relatórios, triagem e transporte de amostras, trabalho 5S de forma a reorganizar os aspectos físicos do laboratório, em paralelo com o empenho de todos os colaboradores contribuiu para um significativo aumento da eficiência (Cankovic et al., 2009).

Em laboratórios hospitalares o feedback resultante vai ao encontro do já referido. Alterações no *layout* do espaço de trabalho com desenvolvimento de células de trabalho, a implementação de mapas de fluxo de trabalho, formação, controlos visuais, fluxo de peça única, trabalho padronizado e 5S traduziram-se num tempo de resposta melhorado (cerca de 50%), maior volume de testes efetuados (eficiência e produtividade melhoraram 20%), redução de custos, melhor utilização do espaço com fluxo contínuo de amostras e técnicos, em suma, eficiência em movimento e tempo (Rutledge, Xu, & Simpson, 2010). A implementação de um novo *layout* de laboratório focado na redução de desperdícios, padronização do trabalho com priorização de tarefas, 5S, gestão visual e um sistema de organização kanban, deram origem a libertação de espaço, redução no tempo de movimentação de colaboradores e amostras, aumento da produtividade e eficiência e significativa redução nos tempos de resposta (Grabau, 2007).

Os bons resultados referidos mantêm-se ainda quando se trata de laboratórios de análises clínicas privados. A implementação das ferramentas Lean baseadas na Gestão de Fluxo Total nomeadamente no trabalho padronizado com alteração de *layout* e na inclusão do conceito de *mizusumashi* para redução do desperdício associado à movimentação de pessoas e produtos, ferramentas 5S, de gestão visual e de gestão de *stocks* conduziu a uma redução das distâncias percorridas por colaboradores e amostras com conseqüente aumento da produtividade individual, redução dos prazos de resposta, redução de custos, aumento da proximidade com o cliente e melhoria da imagem (Gonçalves, 2012). A aplicação das ferramentas Lean centrada apenas no desenho do *layout* de forma a permitir a centralização das operações de 5 laboratórios permitiu aumentos de produtividade médios superiores a 40% nas áreas intervencionadas (Santos, 2014).

As melhorias que se verificam num processo Lean permitem fazer mais com menos, na medida em que um aumento considerável no número de amostras poderá não conduzir à necessidade de novos recrutamentos (Cankovic et al., 2009; Rutledge et al., 2010). No laboratório de diagnóstico molecular atrás referido o número de amostras subiu de 765 para 952, no espaço de um ano, o que foi possível de comportar devido à prévia criação de fluxos de trabalho unidirecionais, tempos de resposta marcadamente reduzidos e eliminação de etapas não necessárias (Cankovic et al., 2009; Rutledge et al., 2010).

A informática e a automação desempenham também um papel muito importante no aumento geral da eficiência num laboratório, permitindo otimizar os fluxos, reduzir erros, melhorar os prazos de resposta e o rastreamento de amostras e a segurança (Cankovic et al., 2009; Halwachs-Baumann, 2010).

“Efetivamente verifica-se que o desempenho em laboratórios Lean é claramente superior aos laboratórios mais tradicionais”, pois trata-se de “utilizar os recursos existentes de forma inteligente,

eliminando desperdícios e de fornecer ao cliente aquilo que ele entende como valor acrescentado”(Collins & Wiersma, 2008: 8).

Numa fase inicial da implementação de metodologias Lean em laboratório poderá existir alguma resistência à mudança por parte dos colaboradores no entanto, com o decorrer das alterações e verificação das melhorias implementadas nos processos, esta vai sendo substituída por aceitação, envolvimento e satisfação (Collins & Wiersma, 2008). A aplicação de metodologias Lean tem um impacto positivo significativo no trabalho pelo que aumenta a sua moral e satisfação (Halwachs-Baumann, 2010; Zayko, 2007). Uma inovação interessante que se verifica aquando destes projetos é a motivação dos colaboradores ao se sentirem envolvidos no processo (Moraes et al., 2013).

Efetivamente um dos pilares importantes no sucesso da implementação Lean em laboratório é a mudança cultural. “É preciso ter a liderança comprometida e atuante, para que os analistas se sintam mais confortáveis em fazerem sugestões e aplicarem as alterações necessárias de forma clara e objetiva” (Moraes et al., 2013: 8). Há unanimidade na opinião de que a inclusão da liderança nos trabalhos é considerada essencial para a continuidade do processo (Cankovic et al., 2009; Collins & Wiersma, 2008).

“Estas metodologias promovem um pensamento crítico das ações do quotidiano e, associadas ao envolvimento dos colaboradores e à uma postura de proximidade com os colaboradores, criam uma cultura de melhoria contínua, que é essencial para o bom funcionamento e desenvolvimento de qualquer organização” (Santos, 2014: 49).

Após terminar uma implementação Lean em laboratório é necessário continuar a monitorizar a produtividade com ferramentas de melhoria contínua (kaizen) a todos os níveis da empresa, como os resultados de desempenho de indicadores ou auditorias periódicas, de forma a não se verificar um retrocesso nos trabalhos efetuados (Collins & Wiersma, 2008; Moraes et al., 2013).

Num laboratório clínico hospitalar “a viabilidade desta abordagem é demonstrada por ganhos sustentados e outras melhorias PDCA (Plan, Do, Check, Act) durante os 4 anos após a conclusão do projeto” (Rutledge et al., 2010: 24).

Também um laboratório de microbiologia hospitalar, dois anos após a alteração dos horários de turno e redistribuição de colaboradores e consolidação de algumas estações de trabalho, continuam a verificar-se melhorias no fluxo de trabalho, nos prazos de resposta e no grau de satisfação do cliente (Campos, 2012).

### 2.3.2. Seis Sigma

Como referido, à semelhança da metodologia Lean, também a metodologia Seis Sigma carece de uma equipa multidisciplinar que garanta a sua adequada implementação. Diversos estudos de aplicação da metodologia em laboratórios têm demonstrado resultados muito positivos em diversos indicadores de desempenho analítico.

A implementação de um projeto Seis Sigma permite a comparação no nível de desempenho dos ensaios e equipamentos antes e após a implementação do projeto, havendo um claro impacto positivo neste indicador. Verificou-se uma redução no retrabalho e respetivos custos associados, um aumento na taxa de satisfação de clientes internos de cerca de 30%, uma redução de 40% nos custos associados ao controlo de qualidade, redução no número de não conformidades em laboratório associadas à competência de funcionários, entre outros (Jairaman, Sakiman, & Li, 2017).

Em laboratórios de microbiologia a aplicação de Seis Sigma, com a identificação e introdução de melhorias nos processos conduz à redução de custos e melhoria da qualidade (Elder, 2008).

A utilização de métricas sigma associadas a ferramentas como a análise FMEA, em laboratórios clínicos, permite avaliar a qualidade dos resultados de diversos análitos objetivando a priorização de intervenção nos ensaios que apresentam maior risco (Xia et al., 2018).

O cálculo das métricas sigma, quando associado à construção de gráficos de decisão do método Sigma e gráfico de especificações operacionais, conduz à obtenção de informações relevantes. A avaliação das métricas Sigma permite desenvolver um procedimento de controlo da qualidade (número de controlos de qualidade, número de materiais de controlo a utilizar e frequência de execução dos mesmos) otimizado aos métodos analíticos efetuados pelo laboratório. A construção do gráfico de decisão do método Sigma permite aferir o maior ou menor número de erros a que os ensaios dão origem. O gráfico de especificações operacionais detalha o número de controlos que garantam a necessária deteção de erros para determinado método. Os laboratórios com elevadas métricas sigma conseguem uma redução no número de controlos, de outliers, e de calibrações e no consumo de reagentes e materiais, gerando assim uma redução nos custos e aumento da eficiência (Westgard et al., 2018).

Com o objetivo de diminuir a variabilidade entre resultados laboratoriais no Instituto de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA) procedeu-se à aplicação de um ciclo DMAIC do Seis Sigma em dois parâmetros analíticos, o que permitiu evidenciar a calibração insuficiente dos equipamentos de medição como uma das principais causas de inexatidão interlaboratorial (Silva, 2013).

Num Programa Nacional de Avaliação Externa da Qualidade (PNAEQ) referente a um analíto efetuado por laboratórios clínicos foi aplicada a metodologia DMAIC do Seis Sigma, em particular a fase de medição,

tendo-se utilizado as respostas dos laboratórios participantes durante 3 anos, para avaliar os níveis sigma tanto por amostra como por laboratório, de forma a verificar a qualidade dos resultados e permitir a aplicação de ações de melhoria (Reguengos, Faria, Miranda, Correia, & Cardoso, 2017). À semelhança do anterior, mas para um analítico distinto, e com o objetivo de detetar causas de variabilidade na performance entre laboratórios calculou-se também o nível sigma dos ensaios tendo-se evidenciado haver espaço para aplicação de ações de melhoria que conduzam à diminuição da variabilidade laboratorial e eliminação de erros, de forma a aumentar o desempenho laboratorial no diagnóstico de patologia (Gaspar et al., 2015).

De forma idêntica aos dois casos acima apresentados, num laboratório clínico foi aplicado o controlo estatístico da qualidade, nomeadamente a capacidade do processo e cálculo do nível sigma, para medição do tempo de resposta, objetivando a identificação de oportunidades de melhoria (El-hashmi & Gnieber, 2014).

A aplicação de projetos Seis Sigma nas fases pré e pós analíticas em laboratórios clínicos conduz a melhorias no desempenho como redução nos prazos de resposta, nos erros e nos custos, resultando em ganhos significativos para as organizações (Gras & Philippe, 2007).

### 2.3.3. Lean Seis Sigma

Quando conjugadas as duas metodologias, em laboratórios hospitalares, verifica-se uma redução de 50% no tempo de resposta, uma melhoria de 50% na produtividade e uma qualidade superior dos resultados emitidos (Smith, 2006 citado por Stankovic & DiLauri, 2008).

Num laboratório hospitalar, a aplicação do Lean Seis Sigma na fase pré-analítica de colheita de amostras sanguíneas, permitiu detetar a hemólise como uma causa relevante para o retrabalho e aumento de prazos de resposta e reduziu a sua ocorrência em 91% e 59% em diferentes tipos de serviço de colheita (Damato & Rickard, 2015).

Num laboratório de cateterismo, a implementação do Lean Seis Sigma conduziu a uma melhoria significativa em diversos indicadores: 13% no tempo de resposta, 20% no cumprimento de horários e cerca de 40% em intervenções manuais (Agarwal et al., 2016).

De forma semelhante, num laboratório hospitalar universitário Turco a adoção de metodologias Lean Seis Sigma promoveu a melhoria do processo pré-analítico na receção em cerca de 3h20 min bem como uma redução de 30% para 3% na percentagem de amostras associadas a erros médicos e riscos biológicos (Inal et al., 2017).

Ainda na área hospitalar a implementação do Lean Seis Sigma, objetivando a melhoria no número de relatórios corrigidos, revelou uma redução de 32% neste indicador (Havinga, 2018).

Dos exemplos descritos, ainda que não seja possível fazer uma comparação direta e objetiva dos resultados obtidos com Lean, Seis Sigma e Lean Seis Sigma, uma vez que as aplicações não ocorreram nos mesmos laboratórios e nas mesmas condições pode-se salientar que, em ambas as metodologias, os resultados de desempenho obtidos nos indicadores estudados foram satisfatórios e os objetivos largamente atingidos.

## 2.4. Desempenho organizacional

O desempenho organizacional aparece associado aos resultados alcançados por uma organização. Os resultados são avaliados por indicadores<sup>3</sup> e estes têm associados as si metas e objetivos de consecução, pelo que, a avaliação do desempenho organizacional é efetuada pela comparação dos resultados obtidos com as metas estabelecidas (Brandão, Borges-Andrade, & Guimarães, 2012).

O desempenho organizacional é um conceito multidimensional que inclui, para além da dimensão financeira, considerada como a visão mais restrita do conceito, as dimensões social/ambiental e trabalhadores/comunidade (Dess & Robinson, 1984). De acordo com Venkatraman & Ramanujam (1986), o desempenho organizacional é um conceito de extrema importância e possui três níveis, gradualmente mais abrangentes, a saber: (i) desempenho financeiro; (ii) desempenho financeiro e operacional; (iii) eficiência organizacional. A existência de múltiplos e conflitantes interesses nas organizações e a influência das diferentes partes interessadas, impõe muitas das vezes a necessidade de medir o desempenho organizacional numa perspectiva de eficiência organizacional (Venkatraman & Ramanujam, 1986). Neste contexto, à semelhança das restantes organizações, para se aferir do desempenho em laboratório, são também utilizados diversos indicadores, que extravasam a perspectiva financeira.

Uma das estratégias organizacionais consiste em dividir os indicadores de desempenho em quatro perspetivas que exercem influência entre si: (i) perspetiva económico-financeira, (ii) de clientes, (iii) de processos internos e (iv) de conhecimento e crescimento. Na perspetiva económico-financeira os resultados são expressos em termos do lucro, rentabilidade e retorno; na perspetiva de clientes importa avaliar a manutenção e satisfação dos mesmos, índice de reclamações, imagem e quota de mercado; na perspetiva dos processos internos são englobados os indicadores de produtividade, eficiência e garantia da qualidade; por último, na perspetiva do conhecimento e crescimento incluem-se os indicadores

---

<sup>3</sup> Parâmetros quantificáveis

relacionados com as competências, motivação e taxa de retenção de colaboradores (Brandão et al., 2012).

De uma forma global são considerados pela literatura, como indicadores de desempenho em laboratório, o volume de negócios, a quota de mercado, o controlo de qualidade analítico, o prazo de resposta, a satisfação dos clientes, a motivação e número de colaboradores, os custos, o retrabalho, as não conformidades, a produtividade e eficiência, entre outros (Agarwal et al., 2016; Elder, 2008; Gras & Philippe, 2007; Halwachs-Baumann, 2010; Havinga, 2018; Jairaman et al., 2017; Silva, 2013; Smith, 2006 citado por Stankovic & DiLauri, 2008; Westgard et al., 2018; Zayko, 2007).

Uma visão global do desempenho organizacional em laboratório impõe o conhecimento detalhado sobre despesas e receitas essenciais na avaliação da rentabilidade financeira de cada um dos ensaios efetuados e do laboratório de forma global. Na monitorização deste indicador é necessário gerir fontes de despesa sem afetar a qualidade dos resultados emitidos, em particular porque uma eficaz gestão da qualidade conduz à redução de retrabalho e por isso a uma maior eficiência nos indicadores de negócio (Buljanović, Patajac, & Petrovečki, 2011).

Os indicadores da qualidade, na medida em que monitorizam as atividades críticas, conduzem à melhoria da qualidade dos serviços visando garantir, em laboratórios clínicos, a segurança dos pacientes. Para atender às especificações de qualidade torna-se necessário proceder à medição, avaliação e correção dos erros processuais (Sciacovelli et al., 2019).

Num laboratório, a qualidade analítica é validada pelos resultados obtidos no controlo de qualidade (interno e externo) de cada um dos ensaios, determinando se o ensaio se encontra em controlo estatístico. Neste contexto, os parâmetros do controlo de qualidade podem ser ajustados de forma a otimizar as métricas de desempenho. A este nível são inúmeras as ferramentas de controlo de qualidade utilizadas podendo variar de acordo com a tipologia do ensaio a realizar (Schmidt & Pearson, 2019).

Uma das ferramentas que tem vindo a ser utilizada a nível do controlo de qualidade, tanto interno como externo, em laboratórios clínicos são as métricas Seis Sigma que permitem a avaliação e comparação do desempenho dos ensaios e laboratórios na escala Seis Sigma (Sciacovelli, Aita & Plebani, 2017; Westgard et al., 2018).

A acreditação e certificação de laboratórios têm também um importante papel na definição de indicadores de desempenho na medida em que a implementação dos respetivos normativos impõe o cumprimento de diversos requisitos que objetivam o superior desempenho ao nível da qualidade dos ensaios realizados (Sciacovelli et al., 2019).

Comparando as duas formas avaliativas, a acreditação estará um nível acima da certificação na medida em que corresponde ao reconhecimento da competência técnica para desempenho de atividades de avaliação da conformidade de forma a garantir a fiabilidade dos resultados, sendo a certificação uma atividade de avaliação da conformidade dos sistemas de gestão de acordo com os respetivos referenciais, como se encontra ilustrado na figura 4 (IPAC, 2019).

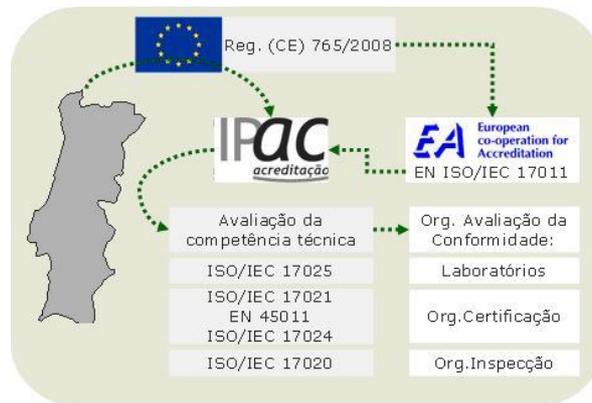


Figura 4 – Relação entre as atividades de acreditação e certificação. Fonte: IPAC, 2019.

Tal como a certificação, a acreditação não é de carácter obrigatório, no entanto, num vasto número de áreas laboratoriais encontra-se enquadrada no plano legislativo para desenvolvimento da atividade (IPAC, 2019).

Adicionalmente aos requisitos de certificação, mais generalistas e de aplicação, nalguns casos de forma indiferenciada às diversas áreas de negócio, a implementação dos normativos de acreditação em laboratório e respetiva acreditação pressupõe requisitos necessários ao bom desempenho em indicadores de qualidade e conducentes à fiabilidade dos resultados analíticos emitidos, como a rastreabilidade metrológica ou o controlo de qualidade interno e externo (IPAC, 2018; ISO, 2018).

### 3. Questões e metodologia de investigação

#### 3.1. Questões e objetivos de investigação

Previamente à definição dos objetivos da investigação foram pensadas as questões de investigação na sequência de um estudo de caso de aplicação Lean num laboratório nacional. Face aos resultados observados foi questionado se, a nível nacional, os laboratórios estão a adotar este tipo de metodologia em paralelo à acreditação, já que esta se encontra indiretamente assegurada pelo quadro legislativo.

Após alguma pesquisa bibliográfica verificou-se que a metodologia Seis Sigma surge muitas vezes associada ao Lean, pelo que, face aos resultados descritos na literatura se considerou adequado perceber se os laboratórios nacionais estão a aplicar as metodologias Lean e Seis Sigma, e em caso positivo, se a implementação das metodologias em laboratório tem ou não impacto nos indicadores de desempenho e se os resultados obtidos estão em consonância com descrito no plano internacional, já que a este nível transparecem benefícios significativos e de vasta importância para a área de diagnóstico laboratorial.

Neste contexto, para a presente investigação foram enunciados os seguintes objetivos gerais:

1. Caracterizar os laboratórios portugueses relativamente ao grau de conhecimento e implementação das metodologias Lean e Seis Sigma;
2. Avaliar o impacto destas metodologias no desempenho organizacional dos laboratórios.

Que se apresentam sub-divididos em cinco objetivos específicos:

1. Efetuar uma caracterização geral dos laboratórios portugueses relativamente ao nível de conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma;
2. Relacionar o número de técnicas e ferramentas conhecidas com a pretensão de implementação futura das metodologias Lean e Seis Sigma e com as motivações para a não implementação das mesmas;
3. Analisar se as opções de implementação das metodologias Lean e Seis Sigma estão associadas a variáveis que caracterizam os laboratórios, tais como, a dimensão do laboratório, inclusão numa estrutura empresarial maior, o sector de atividade e a acreditação/certificação do laboratório;

4. Relacionar as técnicas e ferramentas utilizadas na implementação das metodologias Lean e Seis Sigma com os benefícios, grau de satisfação e de dificuldade sentidos com a implementação das mesmas;
5. Verificar se existe uma relação entre a implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e os resultados obtidos nos indicadores de desempenho dos laboratórios.

### 3.2. Metodologia de investigação

Para cumprimento dos objetivos propostos foi adotada uma abordagem dedutiva de investigação, considerada a mais adequada para o desenvolvimento do trabalho em questão (Saunders et al., 2009).

A metodologia foi de natureza quantitativa, geradora de dados numéricos, e baseada na estratégia de investigação *survey* (Coutinho, 2014; Saunders et al., 2009).

Este estudo, ainda que essencialmente explanatório, realça uma componente exploratória. Para além da recolha de dados primários da amostra que objetivou o estabelecimento de relações causais, em particular relações de causa-efeito, entre as variáveis definidas e a generalização dos resultados obtidos à população (Coutinho, 2014; Saunders et al., 2009), este estudo permitiu obter informação relevante sobre a área laboratorial a nível nacional no âmbito da implementação de metodologias Lean e Seis Sigma.

Como instrumento de recolha de dados foi distribuído um questionário *online*, validado, aos laboratórios selecionados para a amostra (Saunders et al., 2009). O questionário elaborado foi desenvolvido na plataforma *Goggleforms*, tendo sido o *link* de acesso enviado aos laboratórios via *email*.

#### 3.2.1. Desenvolvimento do instrumento de recolha de dados

A escolha do instrumento de recolha de dados, questionário, assim como a sua forma de distribuição, *online*, ainda que apresente algumas desvantagens como a baixa taxa de resposta, a necessidade de envio de múltiplos *emails* e impossibilidade de clarificação das questões aos respondentes, foi considerada a mais ajustada a esta investigação, dado que permite uma distribuição mais facilitada do questionário aos inúmeros intervenientes em simultâneo sendo direcionada aos respondentes pretendidos e mantendo o seu anonimato (Marconi & Lakatos, 2003; Passmore, Dobbie, Parchman, & Tysinger, 2002; Saunders et al., 2009).

Por forma a garantir a sua consistência e respostas adequadas ao objetivo de investigação foi necessário considerar diversos fatores na elaboração do questionário, como a obtenção da informação pretendida para a análise estatística, as características dos respondentes, a estrutura do questionário, o tipo e o

número de perguntas, a garantia de compreensão das questões por parte dos respondentes, entre outros (Saunders et al., 2009).

De forma a não serem obtidos questionários inválidos, facilitar a análise dos dados e aumentar a objetividade das respostas, optou-se por formular maioritariamente perguntas de resposta fechada e obrigatória (Marconi & Lakatos, 2003). Em grande parte das perguntas utilizou-se uma escala tipo *Likert* de resposta com cinco pontos (Passmore et al., 2002). Incluiu-se em algumas questões de escolha múltipla uma opção para "outros", dando assim ao respondente a hipótese de colocar uma resposta relevante que não tenha sido considerada na elaboração do questionário, combinando desta forma respostas de escolha múltipla com respostas abertas o que permite obter mais informação sem prejudicar a objetividade (Marconi & Lakatos, 2003; Passmore et al. 2002).

Para desenvolvimento do instrumento de recolha de dados foi efetuada uma revisão bibliográfica, incidente em casos de aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório, de forma a obter respostas que viabilizassem o estabelecimento de relações causais entre as variáveis definidas (Saunders et al., 2009). Ainda que toda a pesquisa bibliográfica efetuada na elaboração desta investigação tenha contribuído para o conhecimento necessário à construção do questionário foram selecionados alguns artigos relevantes, cujos objetivos, metodologia e variáveis estudadas se encontram descritos na tabela seguinte.

| Data | Autor   | Título   | Tipologia   | Objetivo   | Metodologia/abordagem  | Variáveis estudadas                         |
|------|---|--|---|--|--|---|
| 2009 | Milena Cankovic, Ruan C. Varney, Lisa Whiteley, Ron Brown, Rita D'Angelo, Dhananjay Chitale, and Richard J. Zarbo | <i>The Henry Ford Production System: LEAN Process Redesign Improves Service in the Molecular Diagnostic Laboratory</i> | Artigo científico (estudo de caso LEAN)               | Melhorar o tempo de resposta das análises de diagnóstico molecular através do redesenho dos processos da fase pré-analítica (colheita e transporte) utilizando princípios Lean. O objetivo foi efetuar mais de 90% das análises moleculares em menos de 3 dias.  | Antes da implementação Lean: as divisões laboratoriais funcionam como unidades independentes, não existiam canais de comunicação formais nem trabalho padronizado, o que promovia atrasos no processo. O sangue era frequentemente coletado em tubos incorretos ou transportado a temperatura incorreta. Foram introduzidas reuniões cliente-fornecedor de forma a identificar problemas, causas e soluções para os mesmos. Foram aplicados conceitos 5S para eliminar o que não acrescentava valor, ministrada formação ao pessoal nos requisitos de colheita molecular, criados reforços visuais e desenvolvida uma plataforma informática para requisição de análises e emissão de resultados. O tempo analítico total e o das diferentes fases foram comparados em 3 períodos de tempo. O tempo de resposta dos ensaios moleculares passou de uma média de 2,7 dias para 1,5.  | Tempo de resposta das análises moleculares. |
| 2013 | Luciano Peloche Moraes, Miriam Onoda Fujisawa, Manoel Fernando Martins, Pollyana Tamascia Portes                  | Impacto positivo de melhorias implantadas em um laboratório físico-químico utilizando conceitos de Lean Healthcare     | Artigo científico – conferência (estudo de caso LEAN) | Aplicação de métodos de melhoria contínua, baseados no sistema de produção enxuta, num laboratório de análises físico químicas de uma indústria farmacêutica e avaliação do seu impacto na produtividade e custos. Procurou-se analisar os métodos atuais de trabalho e investigar oportunidades de melhoria, sempre atuando no “chão de fábrica”. | A primeira etapa do trabalho consistiu no mapeamento do fluxo de valor das análises do laboratório para produtos sólidos (comprimidos) (modo de execução das análises quando entravam no laboratório). A etapa seguinte foi a análise crítica do Estado Atual e o desenho de um Estado Futuro com foco no cliente. A terceira etapa foi a execução de uma semana Kaizen para implementação das melhorias propostas (definição de metas conjuntas). Para o evento de melhoria partiu-se das metas definidas no mapa de fluxo de valor. Foram feitas medições de tempos com uso de cronómetro e anotações de sequência de métodos e elementos de trabalho, foram avaliadas as variáveis tempo de cada um dos postos de trabalho estudados e transformou-se a gestão do processo em algo visual, que todos tivessem conhecimento e pudessem gerir. Foi introduzido o fluxo contínuo, garantindo que as análises não sofreriam interrupções e que todas as suas sub- | Produtividade, custos e tempo.              |

| Data | Autor  | Título  | Tipologia                                    | Objetivo  | Metodologia/abordagem   | Variáveis estudadas  |
|------|--|---|--|---|---|--|
|      |  |   |  |   | análises seriam executas simultaneamente. Fez-se um forte trabalho de organização e limpeza da área utilizando técnicas e conceitos do 5S. Foram estabelecidas reuniões diárias para monitorar o desempenho dos principais indicadores da área.   |  |
| 2015 | Domingos Alves Corrêa Neto, Ana Cristina de Faria, Íris Bento da Silva | Utilizando o pensamento enxuto em um laboratório de controle biológico        | Artigo científico (estudo de caso LEAN)      | São discutidas as dificuldades existentes num laboratório de sanidade animal e vegetal que afetam o desempenho na prestação de serviços. O artigo aborda uma proposta de implementação lean com o objetivo de aumentar a produtividade.   | Proposta de aplicação das seguintes ferramentas Lean: rearranjo físico, melhor aproveitamento dos recursos físicos e de mão-de-obra, nivelamento da produção (heijunka) sobre a quantidade de trabalho, maior eficácia na gestão dos processos mediante a introdução do trabalho padronizado e do fluxo das amostras para análise, aplicação de 5S e kaizen.  | Prazos de entrega, desperdícios, recursos, qualidade dos serviços prestados. |
| 2018 | Keyla Malacarne  | Modelo de gestão para laboratórios de análises clínicas-uma aplicação do Lean | Dissertação o mestrado (estudo de caso LEAN) | Objetivo geral: Desenvolver um modelo de gestão para laboratórios de análises clínicas com base no sistema lean visando promover melhorias no processo produtivo.<br>Objetivos específicos:<br>1. Identificar aplicações do lean na área de laboratórios clínicos;<br>2. Identificar necessidades inerentes aos laboratórios de análises clínicas passíveis de melhoria com implementação de gestão Lean;<br>3. Elaborar um modelo de gestão baseado na literatura e na interação teórico-prática;<br>4. Avaliar o modelo quanto à possibilidade de implementação do mesmo. | Etapa 1: Pesquisa Bibliográfica utilizando a metodologia Proknow-C. Etapa 2: Elaboração do modelo por meio de trabalho de campo num laboratório de análises clínicas, visitas com análise e observação de todo o processo; Etapa 3: Construção do modelo que teve como base o trabalho de Villa e Itally (2009) para implementação do lean em 5 etapas num laboratório de análises clínicas (Definir metas e quadros de melhoria; Mapear o processo e ver desperdícios; Desenvolver plano de melhorias do laboratório; Implementar mudanças; Medir, monitorar e sustentar) e pesquisas bibliográficas com o cruzamento de vários trabalhos. O modelo foi elaborado em quatro fases: a Fase 1 (preparação de todos os envolvidos no processo), a Fase 2 (mapeamento do processo), a Fase 3 (desenvolvimento dos planos de melhoria) e a Fase 4 (medição e monitoração da melhorias). O modelo permite a visualização e análise do processo identificando os pontos de desperdícios e melhorias: redesenho de processo e eliminação de atividades que não agregam valor. Etapa 4: Avaliação do modelo que ocorreu noutra laboratório. O instrumento de avaliação foi um questionário, elaborado | n.a.   |

| Data | Autor                                   | Título   | Tipologia   | Objetivo  | Metodologia/abordagem  | Variáveis estudadas   |
|------|---|--|---|---|--|---|
|      |   |  |   |   | com base no trabalho de Scalco (2004). Foram selecionados três avaliadores, responsáveis pelo setor de qualidade do laboratório. Os avaliadores receberam o modelo na íntegra, um questionário aberto a opinião, e um questionário fechado com escala de 1 a 3 (mau a bom). A avaliação foi enviada em meio eletrônico, e após análise devolvidos da mesma forma. Os três especialistas na área consideraram o modelo em condições de implementação.   |   |
| 2013 | Rita Cabral e Silva                     | Seis Sigma na Avaliação Externa da Qualidade em Laboratórios Clínicos                                      | Dissertação de mestrado (estudo de caso SEIS SIGMA)         | O objetivo deste trabalho foi detetar as causas da variabilidade entre resultados laboratoriais dos parâmetros folato e vitamina B12, do Programa Nacional de Avaliação Externa da Qualidade (PNAEQ) do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA), através da aplicação do ciclo DMAIC e proceder à sua diminuição. Constatou-se que a calibração insuficiente dos equipamentos de medição é uma das principais causas para a inexactidão interlaboratorial e que a escolha dos equipamentos, reagentes e calibradores em laboratório clínico necessita de ser uniformizada. | Fase de <i>Define</i> – estabelecimento da equipa do projeto, definição dos objetivos e compreensão do problema. Fase de <i>Measure</i> – determinação da variabilidade do processo, de forma a medir o nível da qualidade Sigma correspondente. Primeiramente foi necessário a recolha e tratamento dos dados relativos ao parâmetro de estudo escolhido, neste caso a inexactidão dos resultados (bias). Fase de <i>Analyse</i> – identificação das principais causas para o problema, ou seja, para a existência de variabilidade entre resultados interlaboratoriais dos parâmetros folato e vitamina B12. Fase de <i>Improve</i> – desenvolvimento de soluções para a resolução do problema e criação de um plano de ação para posterior implementação das principais ações de melhoria. Fase de <i>Control</i> – desenvolvimento de ferramentas de monitorização do processo e controlo a longo prazo. | Resultados interlaboratoriais dos parâmetros folato e vitamina B12. |
| 2014 | Khaled N. El-Hashmi and Omar K. Gnieber | <i>Applying Process Capability Analysis in Measuring Clinical Laboratory Quality - A Six Sigma Project</i> | Artigo científico (conferência) (estudo de caso SEIS SIGMA) | O objetivo do estudo foi obter um bom prazo de resposta no ensaio CBC num laboratório clínico do Bnghazi Medical Center (BMC) através da aplicação de Controlo Estatístico da Qualidade (que mede, analisa e monitoriza o tempo de resposta).   | Durante 24 dias foram efetuados 5 registos (desde a requisição analítica até à emissão de resultados). Para garantir que o processo cumpria as especificações foi feita uma análise de capacidade do processo e Six Sigma. A taxa de capacidade do processo foi usada para demonstrar a capacidade do laboratório em cumprir as especificações a nível de prazos de resposta. São necessários 3 passos para efetuar a análise de capacidade do processo e seis sigma: 1º - boxplots para comparação de distribuição e  | Prazo de resposta.  |

| Data | Autor  | Título   | Tipologia  | Objetivo   | Metodologia/abordagem   | Variáveis estudadas  |
|------|--|--|--|--|---|--|
|      |  |  |  |  | identificação de <i>outliers</i> ; 2ª - gráfico de probabilidades para verificar se as distribuições são normais; 3ª - cartas de controlo X e R para garantir que o processo está dentro de controlo estatístico. A análise de capacidade do processo foi dada pelo <i>software</i> Minitab.  |  |
| 2015 | Ana Gaspar, Ana Faria, José Requeijo, Helena Correia, Ana Cardoso, Cristina Brito, Deolinda Madureira  | Aplicação do Seis Sigma na avaliação da inexactidão (Bias) dos resultados laboratoriais do parâmetro cortisol sérico, 2012-2014  | Boletim epidemiológico (estudo de caso SEIS SIGMA) | O objeto do estudo foram os resultados dos laboratórios participantes no PNAEQ de Endocrinologia, para o parâmetro Cortisol Sérico, entre 2012 e 2014. O Objetivo foi detetar problemas e causas para a variabilidade na medição do mesmo lote de amostra entre laboratórios. A avaliação do desempenho laboratorial é realizada por concentração/ensaio de avaliação externa da qualidade tendo-se evitado a estratificação por métodos. Para a avaliação do desempenho laboratorial, que corresponde ao nível sigma, foram considerados 12 valores (resultados de 4 ensaios por ano durante 3 anos). | Este estudo recorreu ao Seis Sigma enquanto metodologia e métrica, suportadas pela aplicação do ciclo DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). No tratamento dos dados, utilizou-se o algoritmo A (referenciado na norma ISO 13528), para corrigir valores absurdos ( <i>outliers</i> ), em vez de os eliminar do tratamento estatístico. Como se trata de de variabilidade interlaboratorial, ou seja, inexactidão, os resultados laboratoriais foram transformados em percentagem do bias: $Bias =   \text{valor do laboratório} - \text{valor alvo}   / \text{valor alvo}$ . Construiu-se uma tabela ANOVA (Análise de Variância) para considerar a diferença dos métodos utilizados na determinação do Cortisol pelos laboratórios e das concentrações das amostras de controlo em cada ensaio realizado. Para ser garantida a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Kolmogorov-smirnov e a transformação de Box-Cox, nos casos em que os valores não seguiam uma distribuição normal. | Desempenho dos laboratórios no ensaio do cortisol sérico.                                  |
| 2017 | João Reguengos, Ana Faria, Armandina Miranda, Susana Silva, Helena Correia, Ana Cardoso, José Requeijo | Aplicação da metodologia Seis Sigma na avaliação dos resultados obtidos pelos laboratórios participantes no Programa Nacional de | Boletim epidemiológico (estudo de caso SEIS SIGMA) | O objetivo deste estudo foi aplicar a metodologia Seis Sigma na avaliação do desempenho dos laboratórios participantes no PNAEQ na determinação da glicose, utilizando duas análises distintas: uma por amostra e outra por laboratório.   | Este trabalho traduz a fase Measure do ciclo DMAIC, tendo-se recorrido ao Seis Sigma enquanto metodologia e métrica, suportadas pela aplicação do ciclo DMAIC. Foram consideradas as respostas dos laboratórios participantes no programa do parâmetro glicose que apresentaram respostas a pelo menos 8 amostras (79 laboratórios) entre 2014-2016 (total de 36 amostras). Aplicou-se o algoritmo A (norma ISO 13528) aos resultados de forma a obter uma estimativa robusta da média de consenso (menos sensível à presença de <i>outliers</i> ). Utilizando os valores obtidos do  | Desempenho dos laboratórios no ensaio da glicose. Avaliação por amostra e por laboratório. |

| Data | Autor   | Título  | Tipologia                                     | Objetivo   | Metodologia/abordagem   | Variáveis estudadas   |
|------|---|---|---|--|---|---|
|      |   | Avaliação Externa da Qualidade (PNAEQ) da glicose (2014-2016)                               |   |  | algoritmo A (outliers corrigidos) foram aplicadas duas análises para a determinação do nível Sigma: Na avaliação por amostra foi considerada a especificação mínima da qualidade baseada na variabilidade biológica e obteve-se um nível Sigma médio de 1,63, de 33 amostras consideradas. Na avaliação por laboratório foi considerada a especificação desejável da qualidade baseada na variabilidade biológica, obtendo-se um nível Sigma médio de 1,70, de 79 laboratórios. Para determinação do nível Sigma por amostra foi testada a normalidade da distribuição estatística dos dados de cada amostra utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Às amostras que não seguiam uma distribuição normal foram aplicadas transformações de Box-Cox ou de Johnson. Foi calculada para cada amostra a probabilidade do bias exceder a especificação mínima da qualidade baseada na variabilidade biológica. Multiplicando esta probabilidade por 10 <sup>6</sup> obteve-se a taxa de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) e o respetivo valor na escala Sigma. No nível sigma por laboratório: Foi aplicado um modelo de regressão linear aos resultados de 79 laboratórios. |   |
| 2017 | Jamuna Jairaman, Zarinah Sakiman, Lee Suan Li | <i>Laboratory Quality Control Plans Based on Six Sigma, Risk Management and Uncertainty</i> | Artigo científico (estudo de caso SEIS SIGMA) | Descrição da aplicação de três metodologias de qualidade num laboratório da Malásia (SunMed laboratory): Medição da incerteza, gestão de risco e métricas Sigma. Estas abordagens podem ser implementadas em conjunto tendo um impacto positivo na qualidade das análises laboratoriais. Período de 2014-2015. | SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE SEIS SIGMA: A implementação de Sistema de Gestão da Qualidade Seis Sigma teve em consideração todas as etapas do processo (pré-analítica, analítica e pós-analítica). Os planos de controlo de qualidade foram melhorados com ferramentas e técnicas adicionais (ISO 15189, acreditação, equipa auditora interna, análises interlaboratoriais, indicadores da qualidade, controlo estatístico). As métricas Sigma permitiram a quantificação do desempenho dos ensaios e dos instrumentos em termos de dados quantitativos mensuráveis e a comparação destes com os resultados obtidos em anos anteriores. Houve uma melhoria da   | Re-trabalho, custos operacionais e no controlo de qualidade, tempo de resposta, reclamações |

| Data | Autor   | Título   | Tipologia                      | Objetivo   | Metodologia/abordagem  | Variáveis estudadas  |
|------|---|--|--------------------------------|--|--|--|
|      |   |  |                                |  | <p>qualidade sigma tendo havido uma redução do número de ensaio 3 e 4 sigma e um aumento dos 5 e 6 sigma. Foram investigados os ensaios com métrica 3 sigma, analisadas as questões pré-analíticas, assegurado o cumprimento de procedimentos pelos colaboradores e ministrada formação no controlo de qualidade. O cálculo do Seis Sigma tem em consideração a precisão (variação) e a inexactidão (bias). A frequência de testes de controlo é baseada nas regras Westgard Sigma. A aplicação destas regras conduziu à redução do retrabalho e custos no controlo de qualidade assim como a melhoria nos prazos de resposta. Para além de reduzir os custos operacionais a métrica Seis Sigma conduziu a uma redução nos materiais de controlo da qualidade, melhoria no desempenho dos ensaios, redução nas reclamações, melhoria na qualificação dos colaboradores.</p> <p>GESTÃO DE RISCO: na primeira fase foram identificados o mapa do processo analítico e as respetivas falhas e elaborado um diagrama causa-efeito. Foi avaliado o risco numa matriz de risco e diagrama de pareto. Numa terceira etapa foram implementados controlos do risco.</p> <p>INCERTEZA DA MEDIÇÃO: É um dos requisitos da ISO 15189; A determinação dos erros sistemáticos e aleatórios do processo analítico fornece informação sobre o erro total e a incerteza em torno do valor medido.</p> |  |
| 2018 | Sten Westgard, Hassan Bayat, James O Westgard | <i>Analytical Sigma metrics: A review of Six Sigma implementation tools for medical laboratories</i> | Artigo científico (SEIS SIGMA) | Descrição de ferramentas Seis Sigma aplicáveis em laboratórios médicos e os respetivos benefícios obtidos com as mesmas. | O Seis Sigma permite detetar e minimizar os erros laboratoriais analíticos. A Imprecisão, expressa como coeficiente de variação (CV) e a exatidão, expressa como BIAS, são dados calculados em rotina laboratorial nos controlos de qualidade internos (imprecisão) e externos (precisão). Com estes dados é possível construir um Gráfico Sigma (gráfico de decisão), em que a imprecisão aparece no eixo X e o BIAS no eixo Y, no qual à medida que  | Número de controlos de qualidade, número de materiais de controlo de qualidade e frequência de |

| Data | Autor   | Título  | Tipologia                                     | Objetivo  | Metodologia/abordagem   | Variáveis estudadas             |
|------|---|---|---|---|---|---------------------------------|
|      |   |   |   |   | os métodos se aproximam do alvo, as respectivas métricas Sigma são mais altas e por isso os métodos analíticos dão origem a menos erros. A avaliação das métricas Sigma permite desenvolver um procedimento de controlo da qualidade (número de controlos de qualidade, número de materiais de controlo a utilizar e frequência de execução dos mesmos) otimizado aos métodos analíticos efetuados pelo laboratório. O gráfico de especificações operacionais detalha o número de controlos que garantam a necessária deteção de erros para determinado método; Quanto mais próximo o ponto operacional de um método estiver da origem do gráfico, menor será o esforço no CQ. Para decidir sobre a frequência do CQ graficamente, basta comparar as métricas Sigma no eixo x com o número de amostras que podem ser efetuadas entre os controlos no eixo y. Os laboratórios com elevadas métricas Sigma conseguem reduzir o número de controlos, o número de outliers, o número de calibrações e o consumo de reagentes e materiais, gerando assim uma redução nos custos e aumento da eficiência. | execução dos controlos          |
| 2018 | Yong Xia, Hao Xue, Cunliang Yan, Bowen Li, ShuQiong Zhang, Mingyang Li, Ling Ji | <i>Risk analysis and assessment based on Sigma metrics and intended use</i> | Artigo científico (estudo de caso SEIS SIGMA) | Neste estudo foi construído em laboratório clínico um modelo de análise e avaliação de risco baseado em métricas Sigma e uso pretendido, tendo sido analisados os desempenhos sigma de 42 análises, de forma a garantir a qualidade laboratorial e reduzir riscos para médicos e pacientes. | Foi efetuada uma análise FMEA para definir uma escala de risco analítico com base em três factores: métricas sigma, severidade e uso pretendido. As métricas Sigma foram calculadas da seguinte forma: Métricas Sigma = (TEa - Bias) / DP (TEa: erro total admissível, Bias: diferença entre o resultado obtido e o resultado real dos programas de garantia externa da qualidade, DP: desvio padrão). A severidade dos danos foi resultado de uma pesquisa efetuada por questionário. O produto dos três factores originou uma classificação para prioridade do risco, sendo um total ≤ 25 considerado de baixo risco e > 50 de alto risco. Concluiu-se que a construção do modelo de análise e avaliação de riscos com base nas métricas da Sigma e no  | Risco da qualidade do resultado |

| Data | Autor   | Título   | Tipologia  | Objetivo  | Metodologia/abordagem  | Variáveis estudadas  |
|------|---|--|--|---|--|--|
|      |   |  |  |   | uso pretendido permite aos laboratórios clínicos identificar de forma mais objetiva e abrangente os ensaios com risco mais elevado.  |  |
| 2016 | Shikhar Agarwal, Justin J. Gallo, Akhil Parashar, Kanika K. Agarwal, Stephen G. Ellis, Umesh N. Khot, Robin Spooner, Emin Murat Tuzcu, Samir R. Kapadia | <i>Impact of lean six sigma process improvement methodology on cardiac catheterization laboratory efficiency</i> | Artigo científico (estudo de caso LEAN SEIS SIGMA) | O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da implementação de um projeto Lean Seis Sigma na melhoria da taxa de eficiência do laboratório.  | Foram incluídos no estudo todas as cateterizações decorridas entre junho de 2009 e dezembro de 2012. Foi feita uma revisão ao fluxo de trabalho e respetivas ineficiências de forma a torná-lo mais eficiente. Foram consideradas as seguintes métricas: tempo de turno, tempo de inatividade dos médicos, pontualidade dos pacientes e médicos, início pontual dos procedimentos e <i>sheath-pulls</i> , com as quais foi efetuada uma análise estatística, sendo os resultados considerados como variáveis binárias (se cumpre ou não o objetivo definido). Verificou-se, no final do estudo, uma melhoria significativa nas métricas selecionadas e na eficiência do laboratório.   | Tempo de turno, tempo de inatividade dos médicos, pontualidade dos pacientes e médicos, início pontual dos procedimentos e <i>sheath-pulls</i> |
| 2017 | Tamer C. Inal, Ozlem Goruroglu Ozturk, Filiz Kibar, Salih Cetiner, Selcuk Matyar, Gulcin Daglioglu, Akgun Yaman   | <i>Lean six sigma methodologies improve clinical laboratory efficiency and reduce turnaround times</i>           | Artigo científico (estudo de caso LEAN SEIS SIGMA) | Neste estudo a utilização Lean Seis Sigma teve por objetivo a redução dos prazos de resposta, o aumento da qualidade e a proteção dos colaboradores de riscos biológicos através da simplificação do processo laboratorial, da redução de erros e eliminação de etapas que não adicionam valor. | Foi efetuado um mapeamento Lean da receção de amostras e laboratório de forma a identificar fontes de atraso, de potenciais riscos biológicos, e de etapas suscetíveis a erros médicos. Foi recolhida informação sobre os atrasos na receção e tempos de resposta laboratoriais de forma a reorganizar o fluxo do laboratório numa base Lean. Foi utilizado o ciclo DMAIC do Seis Sigma. Foram medidos os tempos de resposta (tempo desde a coleta até à emissão de resultado) de cada um dos testes, os atrasos na receção e a percentagem de passos suscetíveis a erros médicos ou riscos biológicos antes e após a intervenção. Verificou-se que 250-300 tubos por dia eram mal etiquetados, ou devido a falta de formação a equipa, ou por má qualidade das etiquetas, o que gerava atrasos e exposição a riscos biológicos. Foi ministrada formação ao pessoal e adquiridas etiquetas de melhor | Prazos de resposta, riscos biológicos, erros.  |

| <b>Data</b> | <b>Autor</b>       | <b>Título</b>  | <b>Tipologia</b>  | <b>Objetivo</b>  | <b>Metodologia/abordagem</b>   | <b>Variáveis estudadas</b> |
|-------------|--------------------|--|---|--|--|----------------------------|
| 2018        | Michelle M Havinga | <i>Application of Lean Six Sigma Methodologies in the Laboratory to Drive a Reduction in Corrected Reports</i> | AJCP / Meeting Abstracts (estudo de caso LEAN SEIS SIGMA) | Para fazer face à dificuldade de atingir as metas da qualidade no número de relatórios corrigidos um laboratório hospitalar avançou com a implementação de metodologias Lean Seix Sigma. O objetivo foi ter no máximo 16 correções de relatórios por mês. Antes do processo de melhoria a média de relatórios corrigidos era de 20,47 por mês. | qualidade.<br>Foram feitas reuniões para troca de ideias, rastreamento e análise de causas para implementação de melhorias no laboratório; Nos sete meses após a implementação das mesmas houve uma redução de 32% no número de relatórios corrigidos. | Correção de relatórios     |

Tabela 2 - Resumo bibliográfico utilizado na construção do questionário

Após a elaboração do questionário foi necessária a aplicação de um pré-teste, a uma reduzida amostra com características idênticas aos dos laboratórios selecionados para resposta ao questionário, por forma a verificar se o questionário era fidedigno, operacional e válido (Marconi & Lakatos, 2003).

Considerando que “a qualidade dos dados obtidos depende de quão bem os respondentes compreendem os itens ou perguntas do questionário” e da clareza das questões (Passmore et al., 2002: 281), o questionário elaborado foi então submetido a validação por quatro laboratórios com o objetivo de perceber a sua adequação e consistência e, avaliar se não continha itens ou questões mal formuladas, que viessem a ser mal interpretadas pelos respondentes ou dessem origem a dupla interpretação à pesquisa pretendida (Marconi & Lakatos, 2003).

O número e área de atuação dos laboratórios incluídos no pré-teste foram definidos em função do trabalho já desenvolvido na elaboração do questionário, da população a avaliar e dos objetivos e dimensão do projeto de investigação (Saunders et al., 2009).

No pré-teste estiveram envolvidos dois laboratórios de ensaios, um acreditado pela NP EN ISO/IEC 17025 e outro acreditado pela NP EN ISO/IEC 17025 e certificado pela NP EN ISO 9001, e dois laboratórios não acreditados nem certificados, um laboratório pertencente ao Sistema Nacional de Saúde e um laboratório clínico veterinário de reprodução animal de uma das faculdades de medicina veterinária. Nenhum dos laboratórios incluído no pré-teste fez parte da amostra final (Marconi & Lakatos, 2003).

A validação por parte dos quatro laboratórios esteve a cargo das seguintes funções:

Laboratório 1 – Diretor Geral

Laboratório 2 – Responsável Técnica da Química Analítica

Laboratório 3 – Três Responsáveis de Laboratório, três Técnicas de Laboratório e duas Técnicas de Diagnóstico

Laboratório 4 – Investigadora.

Foram sugeridas algumas alterações ao questionário por parte dos laboratórios de validação e que se encontram descritas na tabela seguinte.

| Laboratório  | Validação  | Alteração efetuada  |
|--|--|---|
| Laboratório 1 – laboratório de ensaios acreditado pela NP EN ISO/IEC 17025 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Reformulação da questão 6 no anterior item “Resultados obtidos no Controlo de qualidade” pois poderia conduzir a dupla interpretação;</li><li>2. Alteração da escala das perguntas 19 e 33, que se traduzia apenas uma escala de dificuldade, para uma escala crescente de avaliação (pouco a muito), uma vez que a questão em si indicava dificuldades e limitações.</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. O item indicado na questão 6 foi dividido em dois itens relacionados com o controlo de qualidade, dado este indicador ser de extrema relevância em laboratório: “Desempenho obtido no controlo de qualidade” e “Número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade;</li><li>2. A escala foi alterada de forma a</li></ol> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | permitir a adequação de resposta a dificuldades e limitações   |
| Laboratório 2 – laboratório de ensaios acreditado pela NP EN ISO/IEC 17025 e certificado pela NP EN ISO 9001 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Questionário bastante perceptível e fácil de preencher;</li> <li>2. Na questão dois, último item, em laboratórios de ensaio acrescentar "acústica e vibrações", dado ser a única área em falta segundo a lista do IPAC;</li> <li>3. Reformulação da questão 6 no anterior item "Resultados obtidos no Controlo de qualidade": adequaria-se melhor "Número de ferramentas usadas no controlo de qualidade".</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. A informação foi incluída;</li> <li>3. A sugestão indicada foi incluída na questão 6 como já referido acima.</li> </ol>  |
| Laboratório 3 – laboratório pertencente ao Sistema Nacional de Saúde não acreditado nem certificado          | Desconhecimento ou noções vagas sobre as metodologias Lean e Seis Sigma e área da qualidade, pelo que ainda que muitos dos conceitos façam parte da rotina laboratorial, a apresentação dos mesmos com terminologia muito técnica não foi clara e facilmente identificável.   | A terminologia passível de clarificação já se encontrava no questionário pelo que não foi efetuada mais nenhuma alteração; O questionário era destinado mais a cargos de gestão e/ou qualidade dos laboratórios dado que, a resposta a determinadas questões exigia poder de decisão, conhecimento sobre os indicadores de desempenho de laboratório e conseqüentemente de terminologia associada. |
| Laboratório 4 – laboratório clínico veterinário (reprodução) de faculdade de medicina veterinária            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Questionário perceptível;</li> <li>2. Alteração da escala das perguntas 19 e 33 de: dificuldade nada sentida / dificuldade pouco sentida / dificuldade sentida / dificuldade bastante sentida / dificuldade muito sentida para: nenhuma dificuldade / pouca dificuldade / alguma dificuldade / muita dificuldade / extrema dificuldade.</li> </ol>  | 2. Foi adotada a terminologia indicada adaptando também a alteração sugerida pelo laboratório A3LAB, Lda de forma a tornar o questionário mais adequado.   |

Tabela 3 – Validação do questionário por laboratórios e alterações efetuadas

Dos comentários efetuados pelos intervenientes no processo de validação dos questionários foi possível perceber a boa adequabilidade do mesmo, tendo apenas duas questões sido alvo de melhorias. Evidenciou-se ainda nesta avaliação que, de facto, as diferenças culturais ou de escolaridade podem condicionar as respostas obtidas (Passmore et al., 2002).

A versão final do questionário elaborado, apêndice 1 do presente trabalho, que foi aplicado à população selecionada encontrava-se estruturada da seguinte forma:

Grupo A – referente aos dados gerais da empresa como localização geográfica, dimensão e volume de negócios, âmbito analítico e de acreditação / certificação e evolução em alguns indicadores de desempenho;

Grupo B – direcionado à metodologia Lean;

Grupo C – direcionado à metodologia Seis Sigma.

Os grupos B e C encontravam-se ambos subdivididos em função da resposta obtida na primeira questão de cada um dos grupos, que se focava no grau de conhecimento da metodologia e aplicação da mesma no laboratório. Se na primeira questão do grupo B ou C fosse respondido pelo laboratório que conhecia a

metodologia mas não a aplicou, seguiria para o subgrupo B2 ou C2. Se a resposta fosse que conhecia e implementou da metodologia em laboratório o questionário seguia para o subgrupo B3 ou C3. Qualquer resposta de não conhecimento de cada uma das metodologias levaria ao término do mesmo.

### 3.2.2.Recolha de dados (população, amostra, período de recolha de dados e caracterização geral da amostra)

#### 3.2.2.1. População e período de recolha de dados

Uma vez que este estudo de investigação incide na avaliação do tecido laboratorial português, a população selecionada foi constituída pelos laboratórios abaixo descritos num total de 695 entidades.

- ✓ Laboratórios de ensaios acreditados pelo IPAC – Instituto Português de Acreditação pela NP EN ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração;
- ✓ Laboratórios de calibração acreditados pelo IPAC – Instituto Português de Acreditação pela NP EN ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração;
- ✓ Laboratórios clínicos acreditados pelo IPAC – Instituto Português de Acreditação pela NP EN ISO 15189 –Laboratórios clínicos Requisitos para a qualidade e competência;
- ✓ Laboratórios certificados pelos normativos NP EN ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos, NP EN ISO 14001:2015 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização, OSHAS 18001 – Occupational health and safety systems – Requirements, NP 4397 – Sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho – Requisitos e NP 4457 – Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI) – Requisitos do sistema de gestão da IDI, cuja lista é disponibilizada pelo IPAC;
- ✓ Laboratórios pertencentes ao Serviço Nacional de Saúde (SNS) e às respetivas Administrações Regionais de Saúde (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve) onde foram incluídos os laboratórios convencionados de todas as regiões;
- ✓ Laboratórios pertencentes ao Serviço Regional de Saúde das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e respetivos laboratórios convencionados;
- ✓ Laboratórios clínicos veterinários pertencentes às faculdades de medicina veterinária nacionais e os disponíveis em pesquisa *Google* através das palavras “laboratório clínico veterinário”.

Dos 695 laboratórios 9 correspondem a laboratórios acreditados clínicos, 343 acreditados de ensaios e 58 acreditados de calibração, 120 são laboratórios certificados e 165 não se encontram acreditados ou

certificados sendo que 156 pertencem aos sistemas nacional e regionais de saúde e 9 atuam na área da clínica veterinária.

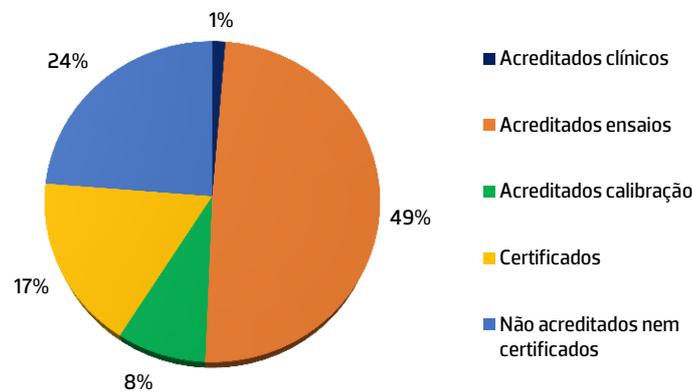


Figura 5 - Distribuição da população por tipologia de laboratório

Ao universo selecionado foi aplicado o questionário desenvolvido através da plataforma *Goggleforms*. O *link* de acesso foi enviado aos laboratórios via *email*, sendo o questionário anónimo e não requerendo, por isso, a identificação do respondente.

Para a divulgação do questionário junto dos laboratórios selecionados, e tendo consciência que a obtenção de resposta poderia corresponder a um dos processos mais dificultado do trabalho, contou-se com a colaboração da RELACRE – Associação de Laboratórios Acridados de Portugal na divulgação dos questionários pelos laboratórios associados e acridados.

O período de resposta foi de quatro semanas (Saunders et al., 2009) tendo decorrido de 19 de outubro a 15 de novembro de 2019. O questionário foi primeiramente enviado a 19 de outubro e novamente a 07 de novembro para *follow-up*.

### 3.2.2.2. Caracterização da amostra

Sendo que todos os elementos da população tiveram a mesma probabilidade de responder ao questionário distribuído e que os resultados obtidos são submissíveis a tratamento estatístico, permitindo a inferência à população, a amostra deste trabalho de investigação é considerada como probabilística (Marconi & Lakatos, 2002; Saunders et al., 2009).

De acordo com Saunders et al. (2009) em estudos de metodologia *survey* a taxa de resposta a questionários tende a rondar os 10 a 20%. Da aplicação do questionário ao universo populacional obteve-se uma taxa de resposta de 15%, sendo a amostra constituída por 106 laboratórios.

Serão de seguida apresentados os resultados obtidos no conjunto de perguntas referentes ao Grupo A do questionário que correspondem aos dados gerais das empresas e caracterizam a amostra.

#### 3.2.2.2.1. Localização geográfica

Dos 106 laboratórios em estudo 99 localizam-se em Portugal Continental e apenas 7 nas Regiões Autónomas dos Açores e Madeira como ilustrado na figura nº 6.

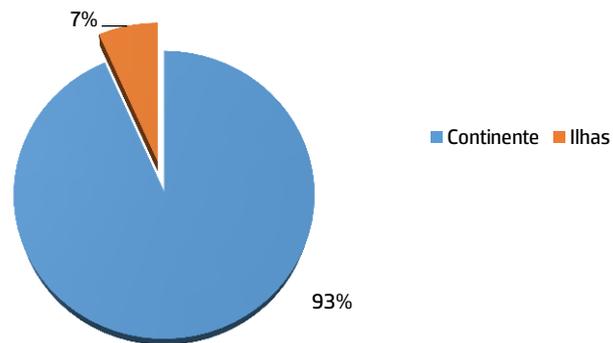


Figura 6 – Distribuição da amostra por localização

Dos 99 laboratórios localizados no Continente 75% encontram-se situados na faixa costeira de Portugal Continental, Douro Litoral, Beira Litoral e Estremadura.



Figura 7 - Representação geográfica de 75% dos laboratórios Continentais da amostra

### 3.2.2.2. Âmbito analítico / setor de atividade

Relativamente ao setor de atividade os 106 laboratórios encontram-se divididos de acordo com a figura 8, em que 29 laboratórios trabalham na área clínica, 8 são laboratórios de calibração e 69 são laboratórios de ensaios, dos quais 42 das áreas alimentar e agro-alimentar, médica e farmacêutica, cosmética, produtos químicos, ambiental e efluentes e 27 das áreas de materiais, construção, equipamentos, maquinaria, combustíveis, radiações, acústica, vibrações e tecnologia.

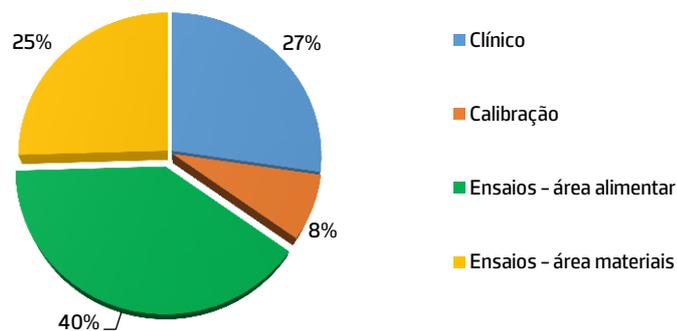


Figura 8 - Distribuição da amostra por âmbito analítico / setor de atividade

### 3.2.2.3. Número de funcionários

Quando avaliados relativamente ao número de funcionários verifica-se que mais de 50% dos laboratórios da amostra tem entre 1 a 10 funcionários.

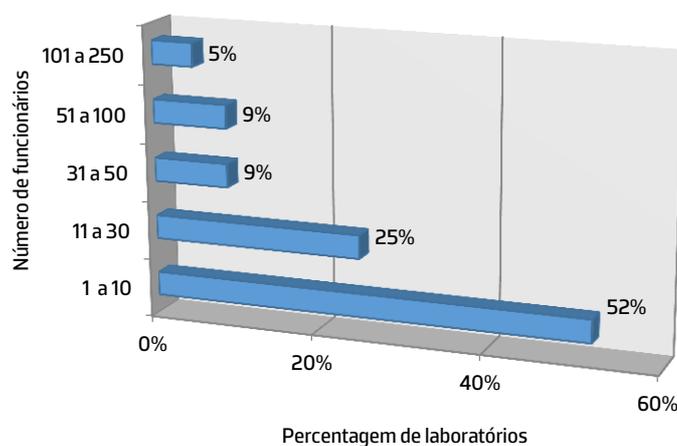


Figura 9 - Distribuição da amostra por número de funcionários

### 3.2.2.4. Inclusão numa estrutura empresarial maior

Dos 106 laboratórios, 86 encontram-se inseridos numa estrutura empresarial maior o que corresponde a 81% da amostra.

### 3.2.2.5. Volume de negócios anual

Como se verifica no gráfico seguinte pelo menos aproximadamente 50% dos laboratórios da amostra têm um volume de negócios anual inferior a 1 milhão de euros. Não será possível precisar o volume de negócios da totalidade da amostra dado 36% ter respondido "não sabe/não responde".

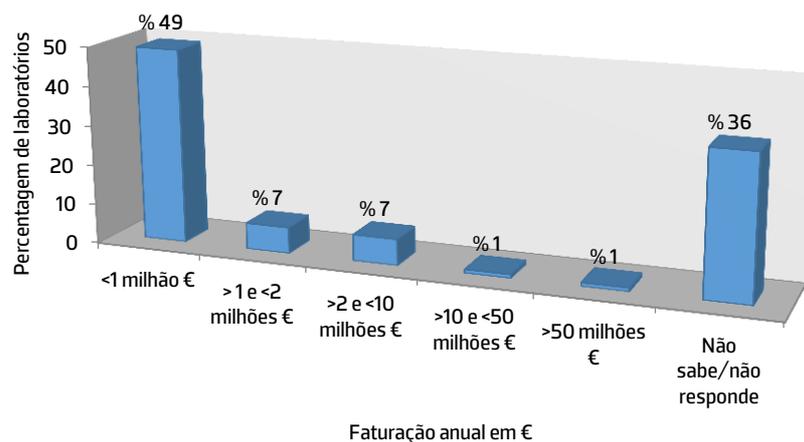


Figura 10 – Distribuição da amostra por volume de faturação

### 3.2.2.2.6. Acreditação / certificação

Dos 106 laboratórios que compoem a amostra 1 laboratório é acreditado da área clínica, 67 são acreditados de ensaios, 8 acreditados de calibração, 15 são laboratórios certificados e 15 laboratórios não são acreditados nem certificados.

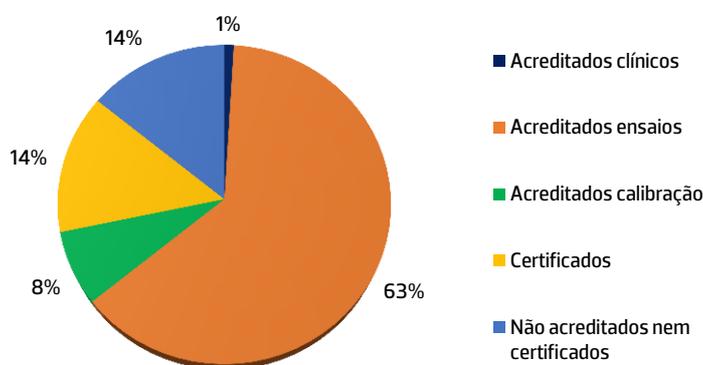


Figura 11 – Distribuição da amostra por acreditação/certificação

Para que os resultados obtidos de uma amostra sejam passíveis de generalizar à população é crucial que a amostra obtida seja a mais representativa possível (Marconi & Lakatos, 2002; Saunders et al., 2009).

Comparativamente aos valores populacionais também a amostra apresenta todos os estratos de acreditação/certificação e âmbito analítico representados, sendo os de maior e menor dimensão os mesmos que os da população, pelo que se considera que a amostra obtida se assemelha à população podendo-se assim aferir a representatividade da mesma.

| <b>Laboratórios</b>              | <b>População</b> |            | <b>Amostra</b> |            |
|----------------------------------|------------------|------------|----------------|------------|
| Acreditados clínicos             | 1%               | 9          | 1%             | 1          |
| Acreditados de ensaios           | 49%              | 343        | 63%            | 67         |
| Acreditados de calibração        | 8%               | 58         | 8%             | 8          |
| Certificados                     | 17%              | 120        | 14%            | 15         |
| Não acreditados nem certificados | 24%              | 165        | 14%            | 15         |
| <b>Totais</b>                    |                  | <b>695</b> |                | <b>106</b> |

Tabela 4 - Tabela comparativa das distribuições da amostra e população por acreditação / certificação e âmbito analítico

São acreditados e/ou certificados 86% dos laboratórios da amostra (n=91), sendo que 82% são acreditados pela ISO/IEC 17025 (n=75) como demonstrado na tabela seguinte.

| <b>Acreditação / Certificação</b> | <b>Normativo</b> | <b>Clínico</b> | <b>Calibração</b> | <b>Ensaios</b> | <b>Total</b> |
|-----------------------------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------|
| Acreditados                       | ISO/IEC 17025    | 0              | 8                 | 67             | 75           |
|                                   | ISO 15189        | 1              | 0                 | 0              | 1            |
| Certificados                      | ISO 9001         | 13             | (3)               | 2 + (12)       | 15           |
| Certificados                      | Outro normativo  | 0              | 0                 | (2)            | 0            |
| Sem acreditação/certificação      |                  | 15             | 0                 |                | 15           |
| <b>Totais</b>                     |                  | 29             | 8                 | 69             | 106          |

Tabela 5 - Distribuição da amostra por acreditação/certificação e referencial normativo (nota: os números entre parênteses correspondem a laboratórios já incluídos na categoria de acreditação)

## 4. Resultados

Aos dados obtidos foi aplicado um tratamento estatístico, fazendo uso do *Microsoft Office Excel*, *Microsoft Office Access* e do *software IBM SPSS Statistics* (versão 25).

O tratamento de resultados encontra-se dividido em cinco partes:

1. Caracterização da amostra relativamente ao nível de conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma;
2. Caracterização da amostra relativamente ao conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma, a pretensão de implementação futura e a motivação para não implementação das mesmas;
3. Caracterização da amostra relativamente à implementação das metodologias de Lean e Seis Sigma;
4. Caracterização da amostra relativamente à implementação das metodologias Lean e Seis Sigma, os benefícios, grau de satisfação e de dificuldades sentidos;
5. Análise da relação entre a implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e os resultados obtidos nos indicadores de desempenho.

### 4.1. Nível de conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma

A primeira pergunta dos grupos B - Lean e C - Seis Sigma correspondia ao nível de conhecimento e aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma por parte dos laboratórios e abrangia as seguintes hipóteses de resposta: (i) Não conheço, (ii) Conheço mas nunca apliquei e (iii) Conheço e apliquei no laboratório. Serão aqui apresentados os resultados obtidos nesta questão relativamente à amostra na sua globalidade e de acordo com o âmbito analítico e grau de acreditação/certificação do laboratório para ambas as metodologias (objetivo específico nº 1).

#### 4.1.1. Lean

Relativamente ao nível de conhecimento Lean verifica-se que 52% dos laboratórios que constituem a amostra não tem conhecimento da metodologia (n=55).

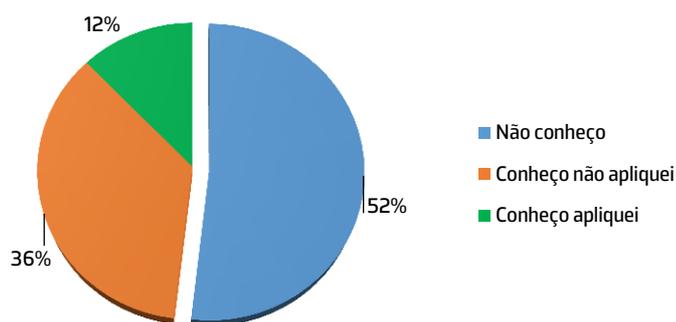


Figura 12 – Caracterização da amostra quanto ao grau de conhecimento da metodologia Lean

Uma vez que na amostra todos os laboratórios de calibração e de ensaios são acreditados e/ou certificados esta caracterização será apresentada apenas para os laboratórios clínicos.

A distribuição da amostra por tipologia de laboratório quanto ao nível de conhecimento/aplicação da metodologia Lean encontra-se demonstrada na tabela seguinte.

| Grau de conhecimento e aplicação | Nº Total laboratórios | Laboratórios Clínicos (certificados/acreditados) | Laboratórios Clínicos (não certificados/acreditados) | Laboratórios Calibração | Laboratorios Ensaio |
|----------------------------------|-----------------------|--|--|-------------------------|---------------------|
| Não conhece                      | 55 (52%)              | 9 (64%)  | 10 (67%)   | 1 (12%)                 | 35 (51%)            |
| Conhece e não aplicou            | 38 (36%)              | 4 (29%)  | 4 (27%)  | 6 (76%)                 | 24 (35%)            |
| Conhece e aplicou                | 13 (12%)              | 1 (7%)   | 1 (6%)   | 1 (12%)                 | 10 (14%)            |

Tabela 6 – Distribuição da amostra por tipologia de laboratório quanto ao grau de conhecimento da metodologia Lean

Como se pode verificar o desconhecimento da metodologia Lean é superior a 50% nos laboratórios clínicos e de ensaios. Nos laboratórios de calibração esta percentagem é bastante inferior (12%), contudo um maior nível de conhecimento da metodologia nestes laboratórios (76%), não levou à sua implementação.

#### 4.1.2. Seis Sigma

De forma análoga ao efetuado para a metodologia Lean apresenta-se no gráfico seguinte o nível de conhecimento dos laboratórios da amostra relativamente à metodologia Seis Sigma, constatando-se que a distribuição é semelhante ao verificado para a metodologia Lean, dado que a maioria não conhece o Seis Sigma (n=59) e a menor "fatia" corresponde à implementação desta metodologia.

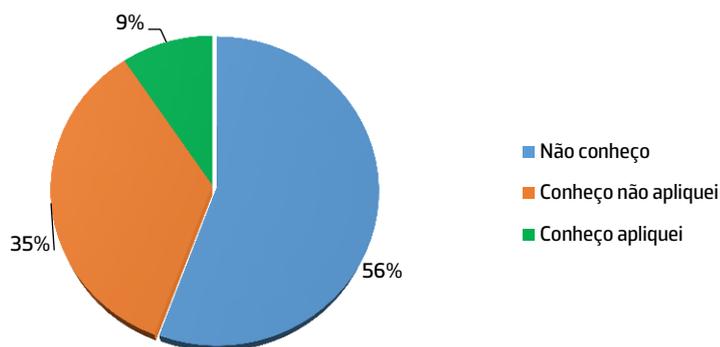


Figura 13 - Caracterização da amostra quanto ao grau de conhecimento da metodologia Seis Sigma

A distribuição da amostra por tipologia de laboratório quanto ao nível de conhecimento/aplicação da metodologia Seis Sigma encontra-se demonstrada na tabela 7.

| Grau de conhecimento e aplicação | Nº Total laboratórios | Laboratórios Clínicos (certificados/acreditados) | Laboratórios Clínicos (não certificados/acreditados) | Laboratórios Calibração | Laboratorios Ensaios |
|----------------------------------|-----------------------|--|--|-------------------------|----------------------|
| Não conhece                      | 59 (56%)              | 7 (59%)  | 11 (64%)   | 1 (9%)                  | 40 (61%)             |
| Conhece e não aplicou            | 37 (35%)              | 4 (33%)  | 3 (18%)  | 7 (64%)                 | 23 (35%)             |
| Conhece e aplicou                | 10 (9%)               | 1 (8%)   | 3 (18%)  | 3 (27%)                 | 3 (4%)               |

Tabela 7 - Distribuição da amostra por tipologia de laboratório quanto ao grau de conhecimento da metodologia Seis Sigma

Tal como na metodologia Lean, pode-se verificar que o desconhecimento da metodologia Seis Sigma também é superior a 50% nos laboratórios clínicos e de ensaios. Nos laboratórios de calibração esta percentagem é bastante inferior (9%).

#### 4.2. Conhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma e probabilidade de implementação

Na parte 2 dos grupos B – Lean e C – Seis Sigma, para a qual seguiam os respondentes que selecionavam a hipótese (ii) Conheço mas nunca apliquei, da primeira pergunta dos respetivos grupos, os laboratórios eram questionados acerca das técnicas e ferramentas que conhecem de cada uma das metodologias, sobre as razões que motivaram a não implementação das mesmas e se tencionavam vir a implementá-las nos próximos 3 anos.

Neste ponto pretende-se dar resposta ao objetivo específico nº 2 - Relacionar o número de técnicas e ferramentas conhecidas com a pretensão de implementação futura das metodologias Lean e Seis Sigma e com as motivações para a não implementação das mesmas.

#### 4.2.1. Pretensão de implementação

Pretendeu-se verificar se existe algum grau de relacionamento entre o número de técnicas e ferramentas conhecidas pelos respondentes das metodologias Lean e Seis Sigma e a pretensão de implementar as metodologias no laboratório.

Para tal, por metodologia, procedeu-se à contagem do número de técnicas/ferramentas que cada laboratório diz conhecer. Criou-se, por laboratório, dois novos itens onde se inseriu essa informação, um com a contagem referente à metodologia Lean o outro a Seis Sigma. Efetuou-se o teste de confiabilidade para as variáveis "número de técnicas conhecidas por laboratório" e "motivação de implementação da metodologia nos próximos 3 anos", para cada uma das metodologias Lean e Seis Sigma. Em ambas as estatísticas de confiabilidade obteve-se valores para o Alfa de Cronbach superiores a 0,6, como se pode verificar nos quadros seguintes (Pestana & Gageiro, 2014).

| Estatísticas de confiabilidade |   |             |
|--------------------------------|---|-------------|
| Alfa de Cronbach               | Alfa de Cronbach com base em itens padronizados | Nº de itens |
| ,859                           | ,861  | 2           |

Tabela 8 – Estatísticas de confiabilidade dos itens em estudo para a metodologia Lean

| Estatísticas de confiabilidade |   |             |
|--------------------------------|---|-------------|
| Alfa de Cronbach               | Alfa de Cronbach com base em itens padronizados | Nº de itens |
| ,627                           | ,863  | 2           |

Tabela 9 - Estatísticas de confiabilidade dos itens em estudo para a metodologia Seis Sigma

De seguida calculou-se a média e o desvio padrão do número de técnicas/ferramentas conhecidas pela amostra para as duas metodologias. Os valores são apresentados no quadro seguinte, assim como o seu valor mínimo e máximo, para cada um dos grupos em análise.

| Metodologia | Média | Desvio padrão | n  | Mínimo | Máximo |
|-------------|-------|---------------|----|--------|--------|
| Lean        | 2,11  | 1,27          | 38 | 0      | 5      |
| Seis sigma  | 7,41  | 3,61          | 37 | 1      | 16     |

Tabela 10 - Estatísticas relativas ao número de técnicas/ferramentas conhecidas pelos respondentes que não implementaram as metodologias

Para a questão sobre a intenção de vir a implementar a metodologia no laboratório nos próximos três anos os respondentes tinham a possibilidade de a avaliar numa escala de 1 a 5, em que 1-não, 2-pouco provável, 3-provável, 4-muito provável e 5-sim. Para cada um destes grupos calculou-se a média e respetivo desvio padrão das técnicas/ferramentas conhecidas, encontrando-se os resultados na tabela seguinte:

| Intenção de implementação | Lean (n=38) |      |    | Seis Sigma (n=37) |      |    |
|---------------------------|-------------|------|----|-------------------|------|----|
|                           | Média       | DP   | n  | Média             | DP   | n  |
| Opções de resposta        |             |      |    |                   |      |    |
| Sim                       | 1,50        | 0,5  | 2  | 8,00              | 4,97 | 3  |
| Muito provável            | 3,17        | 1,21 | 6  | 4,33              | 1,70 | 3  |
| Provável                  | 2,10        | 0,94 | 10 | 8,09              | 3,58 | 11 |
| Pouco provável            | 1,73        | 1,24 | 15 | 7,33              | 3,47 | 15 |
| Não                       | 2,20        | 1,47 | 5  | 6,40              | 2,65 | 5  |

Tabela 11 - Estatísticas relativas ao número de técnicas/ferramentas conhecidas pelos respondentes que não implementaram as metodologias por pretensão de implementação das metodologias nos próximos três anos.

Abaixo são apresentadas as representações gráficas das médias do número de ferramentas/técnicas Lean e Seis Sigma conhecidas pelos respondentes por grupo de pretensão de implementação da metodologia nos próximos 3 anos.

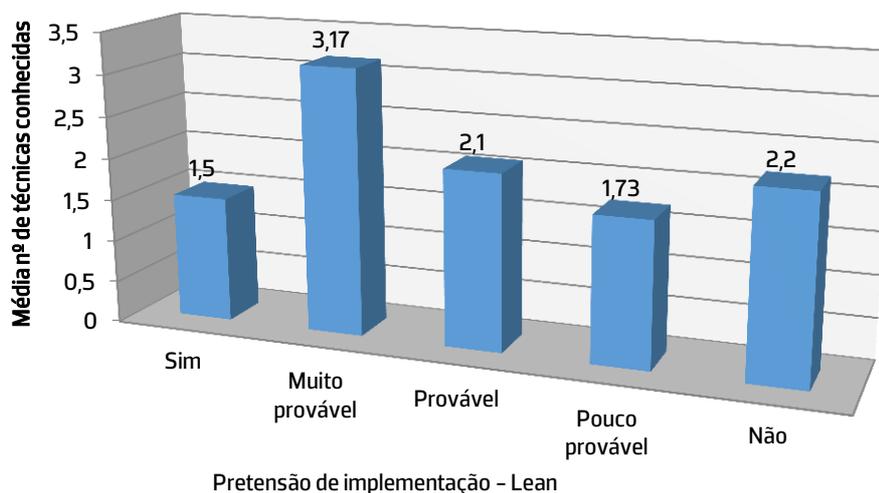


Figura 14 - Média do número de técnicas Lean conhecidas por pretensão de implementação da metodologia nos próximos 3 anos

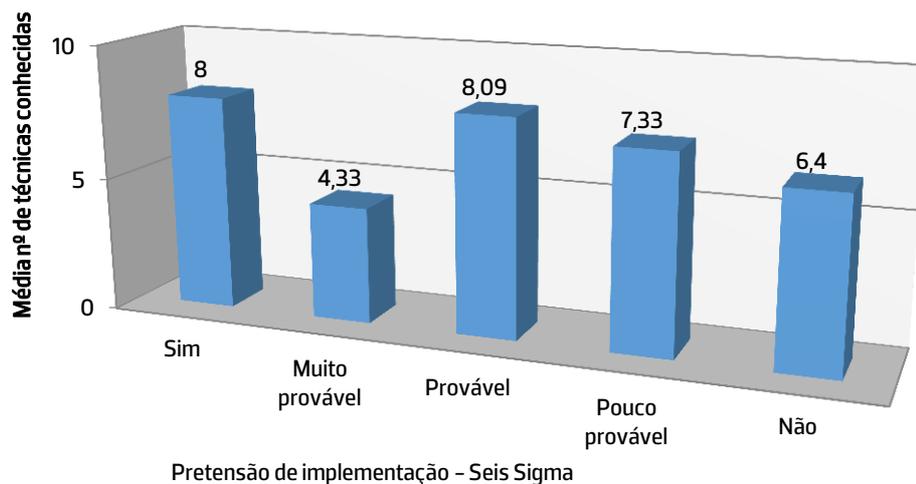


Figura 15 – Média do número de técnicas Seis Sigma conhecidas por pretensão de implementação da metodologia nos próximos 3 anos

Face ao exposto conclui-se que o conhecimento de um maior número de técnicas/ferramentas por parte da amostra não parece influenciar a pretensão para a implementação de qualquer uma das metodologias nos próximos 3 anos.

#### 4.2.2. Motivações para a não implementação

Para a mesma amostra (respondentes que selecionaram a hipótese (ii) Conheço mas nunca apliquei, da primeira pergunta dos grupos B e C) relacionou-se as respostas obtidas na pergunta relativa às motivações para a não implementação das metodologias Lean e Seis Sigma no laboratório e a probabilidade de vir a implementar as metodologias nos próximos 3 anos.

Os respondentes foram agrupados em 3 grupos segundo a pretensão de implementar as metodologias nos próximos 3 anos, tendo-se obtido os resultados demonstrados na tabela 12.

**Lean:**

- Grupo 1 – Não/Pouco provável - n=20
- Grupo 2 – Provável - n=10
- Grupo 3 – Muito provável/Sim - n=8

**Seis Sigma:**

- Grupo 1 – Não/Pouco provável - n=20
- Grupo 2 – Provável - n=11
- Grupo 3 – Muito provável/Sim - n=6

| Pretensão de implementar as metodologias                             |                    |            |                    |            |          |            |                    |            |
|--|--------------------|------------|--------------------|------------|----------|------------|--------------------|------------|
| Motivações para a não implementação das metodologias Lean/Seis Sigma | Total de respostas |            | Sim/muito provável |            | Provável |            | Pouco provável/não |            |
|  | Lean               | Seis Sigma | Lean               | Seis Sigma | Lean     | Seis Sigma | Lean               | Seis Sigma |
|  | n=38               | n=37       | n=8                | n=6        | n=10     | n=11       | n=20               | n=20       |
| Satisfação com os sistemas de gestão e qualidade já existentes       | 18                 | 10         | 3                  | 0          | 4        | 3          | 11                 | 7          |
| Falta de recursos humanos  | 17                 | 18         | 4                  | 3          | 6        | 6          | 7                  | 9          |
| Indisponibilidade financeira   | 12                 | 7          | 4                  | 2          | 3        | 3          | 5                  | 2          |
| Satisfação com o nível de qualidade já existente                     | 6                  | 10         | 0                  | 0          | 1        | 3          | 5                  | 7          |
| Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas               | 4                  | 2          | 0                  | 1          | 1        | 1          | 3                  | 0          |
| Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas   | 2                  | 4          | 0                  | 0          | 1        | 1          | 1                  | 3          |
| Outros   | 2                  | 2          | 0                  | 1          | 0        | 0          | 2                  | 1          |

Tabela 12 – Dados relativos às razões que motivam a não implementação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório relativamente à probabilidade de implementar a metodologia nos próximos 3 anos.

Face aos dados obtidos verifica-se que o desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas e as dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas são os fatores que menos impacto têm na motivação para a não implementação no laboratório das metodologias em estudo, enquanto a satisfação com os sistemas de gestão e qualidade já existentes e a falta de recursos humanos são fortes motivadores para a não implementação das metodologias.

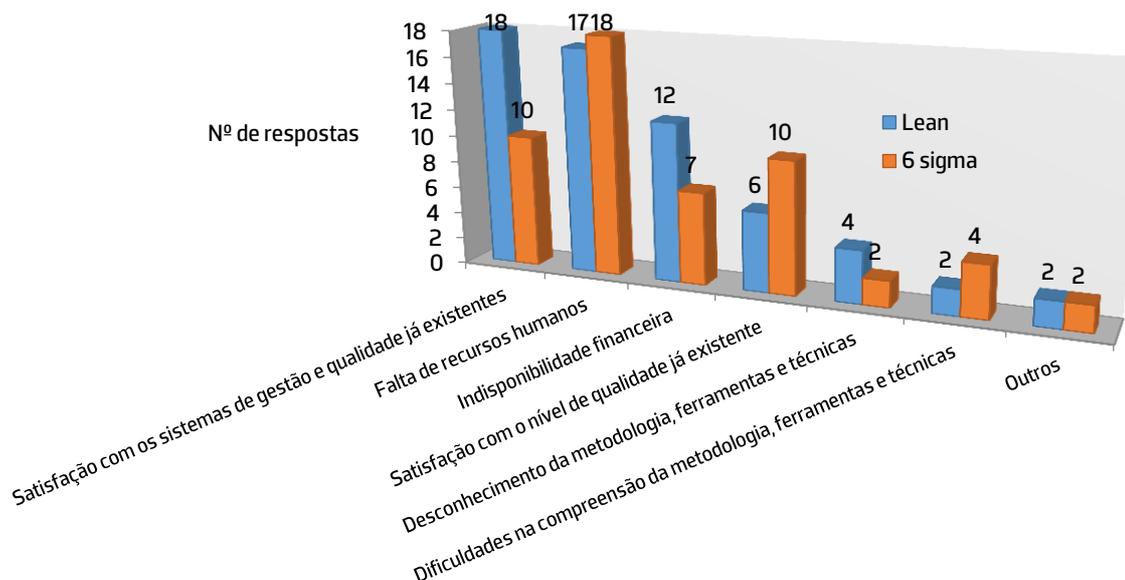


Figura 16 – Dados relativos às razões que motivam a não implementação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório.

Para ambas as metodologias verifica-se que a falta de recursos humanos é o item mais invocado como motivação para a não implementação das metodologias no laboratório. No caso particular da metodologia Lean, a satisfação com os sistemas de gestão e qualidade já existentes apresenta um elevado impacto.

### 4.3. Implementação de Lean e Seis Sigma e características particulares dos laboratórios

Para dar cumprimento ao objetivo específico nº 3 deste trabalho - analisar se as opções de implementação das metodologias Lean e Seis Sigma estão associadas a variáveis que caracterizam os laboratórios, tais como, a dimensão do laboratório, inclusão numa estrutura empresarial maior, o sector de atividade e a acreditação/certificação do laboratório - procedeu-se à análise dos laboratórios que implementaram pelo menos uma das duas metodologias, utilizando como parâmetros comparativos as questões formuladas no grupo A do questionário.

Do total da amostra, 16 laboratórios implementaram pelo menos uma das metodologias, sendo que 44% deles implementaram as duas, conforme se pode visualizar no gráfico seguinte.

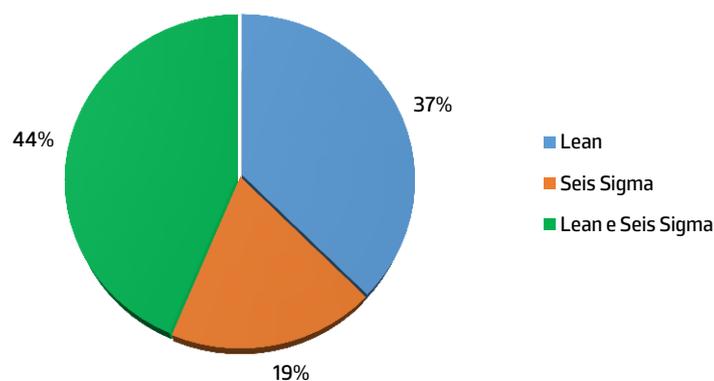


Figura 17 - Distribuição das metodologias implementadas

#### 4.3.1. Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e âmbito analítico dos laboratórios

Relativamente ao setor analítico constatou-se que, dos laboratórios em análise (n=16), a grande maioria são laboratórios de ensaio (68,8%), como demonstrado na tabela seguinte.

| Sector analítico | Frequência | Percentagem |
|------------------|------------|-------------|
| Clínico          | 4          | 25          |
| Calibração       | 1          | 6           |
| Ensaio           | 11         | 69          |

Tabela 13 - Âmbito analítico dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma

#### 4.3.2. Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e acreditação/certificação dos laboratórios

Verificou-se que todos os laboratórios em estudo com alguma das metodologias implementadas (n=16) são acreditados e/ou certificados à exceção de um laboratório clínico.

A grande maioria dos laboratórios com as metodologias implementadas é acreditada pelo normativo NP EN ISO/IEC 17025, como se observa no gráfico seguinte.

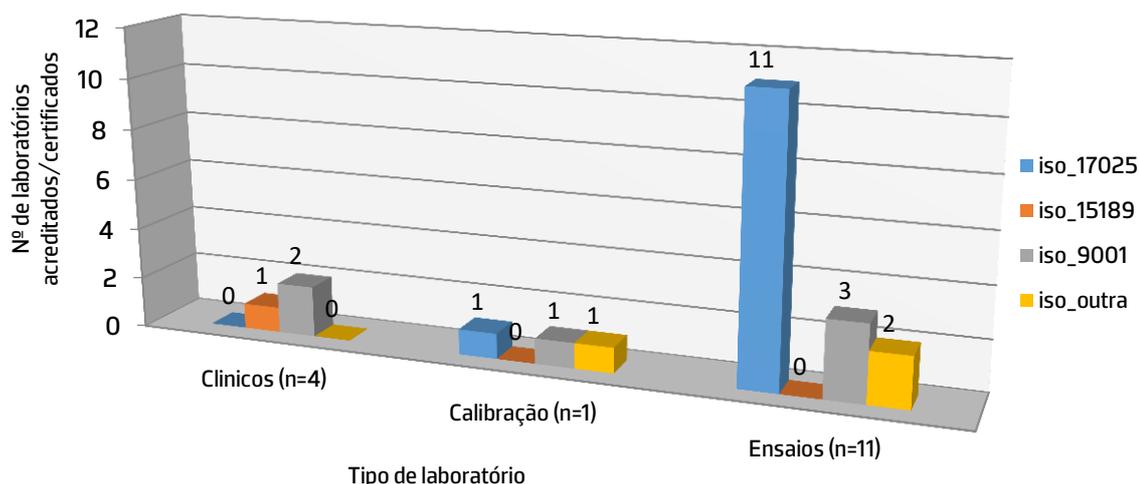


Figura 18 - Acreditações / certificações dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma

#### 4.3.3. Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma, volume de negócios e inclusão numa estrutura empresarial maior

Quanto ao volume de negócios anual dos 16 laboratórios, pelo menos 32% têm um volume de negócios anual superior a 1 milhão de euros e inferior a 10 milhões e, à exceção de um laboratório, todos se encontram inseridos numa estrutura empresarial maior.

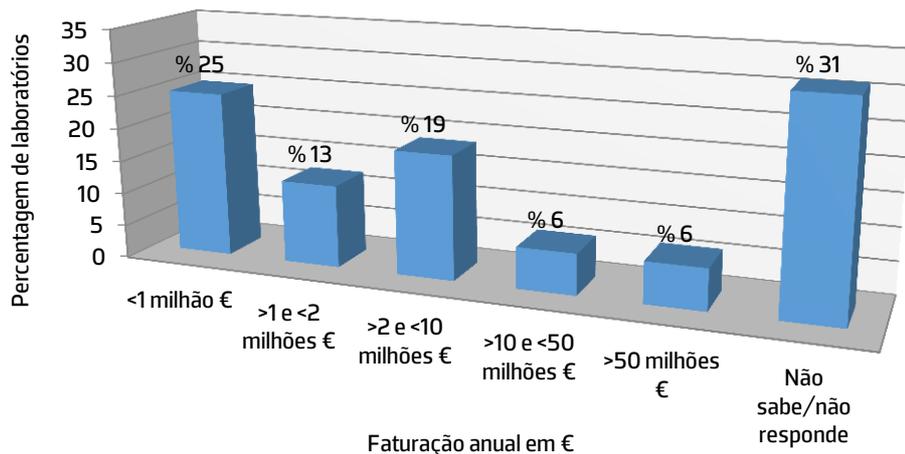


Figura 19 - Volume de negócios dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma

#### 4.3.4. Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e número de funcionários dos laboratórios

Quanto ao número de funcionários, 44% dos laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias tem entre 11 e 30 funcionários e 38% tem mesmo mais de 51 funcionários, como se observa no gráfico seguinte:

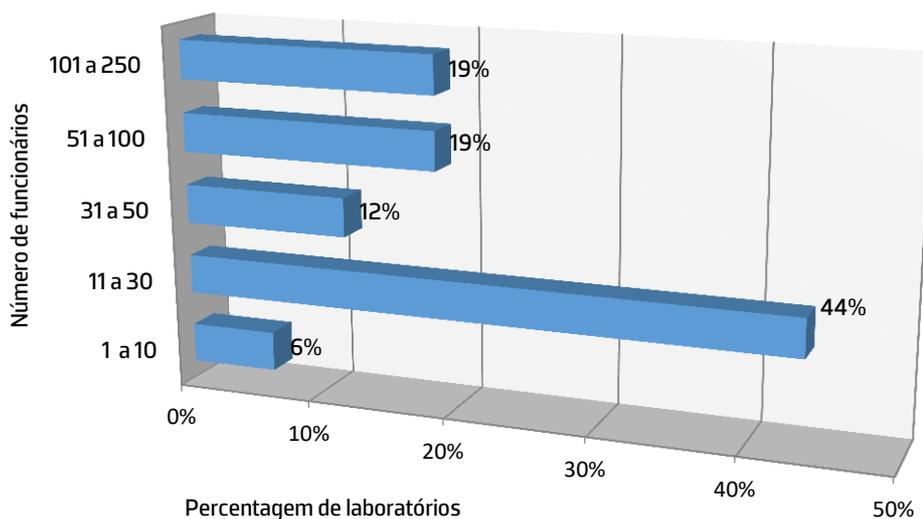


Figura 20 - Número de funcionários dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma

#### 4.3.4.1. Relação entre número de funcionários dos laboratórios que implementaram as metodologias e dos que não implementaram

Procedeu-se ao cálculo da média do número de funcionários dos laboratórios que não implementaram nenhuma metodologia e dos que implementaram pelo menos uma delas verificando-se, após análise comparativa, que as médias são significativamente diferentes, sendo superior a dos laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias.

Para o cálculo da média, uma vez que o número de funcionários foi avaliado num intervalo de valores, utilizou-se o valor médio de cada intervalo.

| Número de funcionários dos laboratórios |           |            |             |          |            |
|---|-----------|------------|-------------|----------|------------|
| Laboratórios                            | Média     | N          | Erro Desvio | Mínimo   | Máximo     |
| Sem metodologias implementadas          | 20        | 90         | 30          | 5        | 175        |
| Pelo menos uma metodologia implementada | 61        | 16         | 61          | 5        | 175        |
| <b>Total</b>                            | <b>26</b> | <b>106</b> | <b>39</b>   | <b>5</b> | <b>175</b> |

Tabela 14 – Análise comparativa dos dados relativos ao número de funcionários dos laboratórios sem as metodologias implementadas e dos que têm pelo menos uma das metodologias implementadas

Foram geradas duas hipóteses de estudo de forma a verificar se a diferença no número de funcionários dos dois grupos é estatisticamente significativa:

H0: O nível médio de funcionários é igual entre os dois grupos considerados;

H1: O nível médio de funcionários é diferente entre os dois grupos considerados.

| Testes de Normalidade         |                                 |      |      |              |      |      |      |
|-------------------------------|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|------|
| Implementação de metodologias | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |      | Shapiro-Wilk |      |      |      |
|                               | Estatística                     | gl   | Sig. | Estatística  | gl   | Sig. |      |
| Número de funcionários        | Sem implementação               | ,321 | 90   | ,000         | ,534 | 90   | ,000 |
|                               | Com implementação               | ,260 | 16   | ,005         | ,735 | 16   | ,000 |

Tabela 15 – Teste de Normalidade dos dados relativos ao número de funcionários dos laboratórios sem as metodologias implementadas e dos que têm pelo menos uma das metodologias implementadas

Uma vez que os dados não apresentam uma distribuição normal como podemos verificar após a realização dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, tabela 15, utilizámos os testes não paramétricos para duas amostras, Teste U de Mann-Whitney para comparação da média do número de funcionários entre os laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias (n=16) e os que não implementaram nenhuma (n=90), como demonstrado na tabela 16 (Pestana & Gageiro, 2014).

| <b>Resumo de Teste de Hipótese</b>  |   |             |                           |
|---|---|-------------|---------------------------|
| <b>Hipótese nula</b>  | <b>Teste</b>                                      | <b>Sig.</b> | <b>Decisão</b>            |
| 1 A distribuição de número de funcionários é igual nas categorias de implementação. | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,000        | Rejeitar a hipótese nula. |
| São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,050.          |   |             |                           |

Tabela 16 - Teste de hipótese nula relativo ao número de funcionários dos laboratórios sem as metodologias implementadas e dos que têm pelo menos uma das metodologias implementadas

Como indicado no teste rejeita-se a hipótese nula de igualdade das médias dos dois grupos considerados (número de funcionários) -  $H_0$ : O nível médio de funcionários é igual entre os dois grupos considerados.

Pode-se então concluir, com um nível de confiança de 95%, que a média de funcionários é significativamente diferente entre os dois grupos de laboratórios em análise, com e sem metodologias implementadas.

#### 4.4. Implementação de Lean e Seis Sigma, benefícios e dificuldades

Nos grupos B3 – Lean e C3 – Seis Sigma do questionário era solicitado aos laboratórios que indicassem as ferramentas e técnicas que utilizaram na implementação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório, assim como os benefícios e dificuldades/limitações sentidas na aplicação das mesmas.

Neste ponto pretende-se relacionar as técnicas e ferramentas utilizadas na implementação das metodologias Lean e Seis Sigma com o grau de satisfação e de dificuldade sentidos com a implementação das mesmas (objetivo específico nº 4).

##### 4.4.1. Análise da implementação da metodologia Lean em laboratório

###### 4.4.1.1. Ferramentas/técnicas utilizadas na implementação

Foi questionado aos laboratórios, de entre dezanove ferramentas/técnicas, quais as que utilizaram na implementação da metodologia Lean no laboratório. O quadro abaixo apresenta as ferramentas/técnicas mais utilizadas pelos laboratórios:

| Ferramentas/técnicas  | Nº de laboratórios que as implementou |
|---|---------------------------------------|
| 5S ( <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i> )        | 10                                    |
| Gestão visual   | 7                                     |
| Mapeamento do fluxo/cadeia de valor (VSM)                     | 7                                     |
| Trabalho padronizado  | 7                                     |
| <i>Gemba</i>  | 5                                     |
| Diagrama de spaghetti   | 4                                     |
| <i>Kanban</i>   | 4                                     |
| Organização de pessoas/ <i>layouts</i> em células de trabalho | 4                                     |

Tabela 17 - Ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Lean

Como se pode verificar na tabela 17 a ferramenta/técnica mais implementada, em 77% dos laboratórios, foi a 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), seguindo-se a gestão visual, mapeamento de cadeia de valor e trabalho padronizado. A tabela com a lista completa de ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Seis Sigma encontra-se apresentada no apêndice 2 do presente trabalho.

#### 4.4.1.2. Grau de satisfação com a implementação

O grau de satisfação com a implementação da metodologia Lean foi avaliado pelos laboratórios, numa escala de 1 a 5, sendo 1-nada satisfeito e 5-muito satisfeito. Nenhum dos laboratórios avaliou esta questão com pontuação 1 ou 2, tendo sido a pontuação máxima atribuída por 39%.

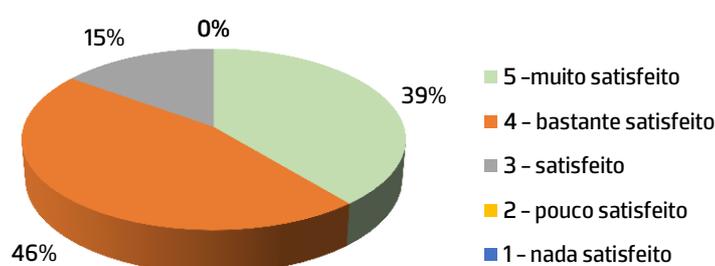


Figura 21 - Grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Lean

Ao avaliarem de uma forma positiva o seu grau de satisfação com a implementação da metodologia Lean, pode-se concluir que todos os respondentes obtiveram benefícios com esta solução.

Os laboratórios que se revelaram muito satisfeitos com a implementação da metodologia Lean implementaram a técnica 5S.

#### 4.4.1.3. Benefícios obtidos com a implementação

Aos laboratórios foi apresentada uma lista de possíveis benefícios obtidos com a implementação da metodologia Lean para que a avaliassem numa escala de 1 a 5.

A avaliação feita pelos laboratórios (n=13) quanto aos benefícios sentidos encontra-se apresentada na tabela 18.

| <u>Número de respostas</u>                           | 1 – Nada Obtido | 2 – Pouco Obtido | 3 – Obtido | 4 – Muito obtido | 5 – Extremamente obtido |
|--|-----------------|------------------|------------|------------------|-------------------------|
| Aumento da eficiência                                |                 |                  | 7          | 6                |                         |
| Aumento da produtividade                             |                 | 1                | 7          | 5                |                         |
| Redução da duração dos ciclos de trabalho            |                 | 3                | 4          | 6                |                         |
| Redução/melhoria dos prazos de resposta              |                 | 1                | 9          | 2                | 1                       |
| Redução na variabilidade dos processos               |                 | 4                | 5          | 3                | 1                       |
| Redução dos defeitos/não conformidades nos processos | 1               | 4                | 5          | 1                | 2                       |
| Redução do desperdício / do retrabalho               |                 |                  | 8          | 3                | 2                       |
| Redução do nível de <i>stocks</i>                    | 1               | 3                | 6          | 3                |                         |
| Melhoria dos <i>layouts</i>                          | 1               | 1                | 8          | 3                |                         |
| Melhoria na qualidade dos resultados analíticos      | 1               | 5                | 5          | 1                | 1                       |
| Aumento da taxa de satisfação dos clientes           |                 | 4                | 6          | 3                |                         |
| Aumento da satisfação dos funcionários               |                 | 2                | 7          | 4                |                         |
| Redução de custos                                    |                 | 1                | 7          | 5                |                         |
| Aumento dos lucros                                   | 1               | 5                | 5          | 2                |                         |
| Melhoria da imagem                                   | 1               | 1                | 8          | 3                |                         |
| Vantagem competitiva                                 | 1               | 2                | 6          | 4                |                         |

Tabela 18 - Avaliação dos laboratórios quanto aos benefícios sentidos com a implementação da metodologia Lean

O aumento da eficiência e a redução da duração dos ciclos de trabalho foram benefícios avaliados como muito obtidos em 46% dos laboratórios, seguidos do aumento da produtividade, a redução do desperdício/do retrabalho e a redução dos custos em 38% dos laboratórios.

#### 4.4.1.4. Grau de dificuldade da implementação

Uma escala semelhante à utilizada na questão relativa ao grau de satisfação com a implementação da metodologia Lean foi aplicada para a avaliação do grau de dificuldade na implementação, sendo neste caso 1-nada fácil e 5-extremamente fácil. Neste parâmetro a pontuação máxima e mínima não foram

selecionadas pelos laboratórios, tendo 54% dos laboratórios atribuído uma classificação de 3-fácil, como se pode verificar no gráfico seguinte.

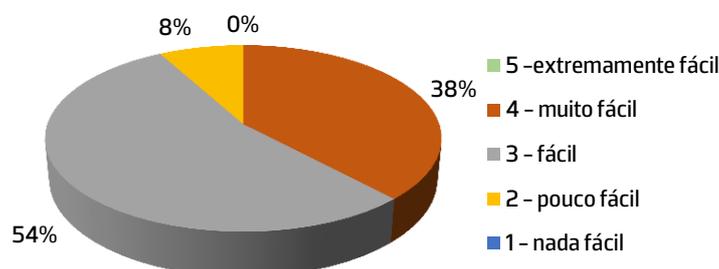


Figura 22 - Grau de dificuldade da implementação da metodologia Lean

#### 4.4.1.5. Dificuldades/limitações sentidas na implementação

Aos laboratórios foi apresentada uma lista de possíveis dificuldades/limitações sentidas na implementação da metodologia Lean para que a avaliassem numa escala de 1 a 5. A avaliação dos laboratórios (n=13) quanto às dificuldades sentidas encontra-se na tabela 19.

| <b>Número de respostas</b>  | <b>1-nada sentido</b> | <b>2-pouco sentido</b> | <b>3-sentido</b> | <b>4-muito sentido</b> | <b>5-extremamente sentido</b> |
|---|-----------------------|------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|
| Custos elevados   | 4                     | 7                      | 2                |                        |                               |
| Falta de recursos humanos   |                       | 4                      | 4                | 5                      |                               |
| Baixo envolvimento da gestão do laboratório                                     | 3                     | 4                      | 5                | 1                      |                               |
| Baixo interesse e envolvimento dos colaboradores no projecto e mudança cultural | 1                     | 2                      | 8                |                        |                               |
| Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas              | 3                     | 3                      | 6                | 1                      |                               |

Tabela 19 - Avaliação dos laboratórios quanto às dificuldades/limitações sentidas com a implementação da metodologia Lean

A falta de recursos humanos foi avaliada como uma limitação muito sentida por 38% dos laboratórios para implementação da metodologia Lean.

Os itens destacados pelos laboratórios encontram-se representados no gráfico seguinte.

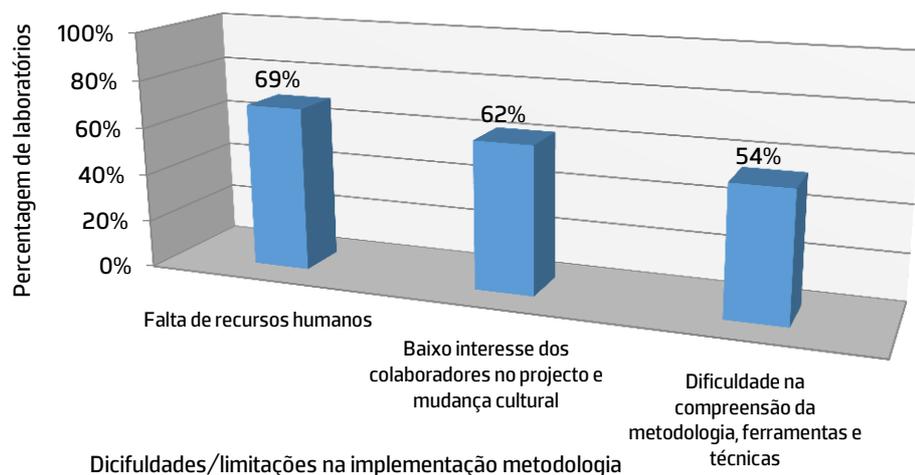


Figura 23 - Dificuldades/limitações sentidas na implementação da metodologia Lean

#### 4.4.2. Análise da implementação da metodologia Seis Sigma em laboratório

##### 4.4.2.1. Ferramentas/técnicas utilizadas na implementação

Foi questionado aos laboratórios, de entre vinte e quatro ferramentas/técnicas, quais as que utilizaram na implementação da metodologia Seis Sigma no laboratório. A tabela 20 apresenta as ferramentas/técnicas mais utilizadas pelos laboratórios:

| Ferramentas/técnicas                                     | Nº de laboratórios que as implementou |
|--|---------------------------------------|
| <i>Brainstorming</i>                                     | 7                                     |
| Cartas de controlo                                       | 7                                     |
| Fluxogramas  | 7                                     |
| Diagrama de <i>Ishikawa</i>                              | 5                                     |
| Diagrama de Pareto                                       | 5                                     |
| DMAIC (Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo) | 5                                     |
| Folhas de verificação                                    | 5                                     |

Tabela 20 - Ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Seis Sigma

Como se pode verificar as ferramentas/técnicas mais implementadas, em 70% dos laboratórios, foram o *Brainstorming*, Cartas de controlo e Fluxogramas.

O apêndice 3 do presente trabalho apresenta a lista completa de ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Seis Sigma.

#### 4.4.2.2. Grau de satisfação com a implementação

O grau de satisfação com a implementação da metodologia Seis Sigma foi avaliado pelos laboratórios, numa escala de 1 a 5, sendo 1-nada satisfeito e 5-muito satisfeito. Nenhum dos laboratórios avaliou esta questão com pontuação 1 ou 2, tendo 50% dos respondentes considerado estar bastante satisfeitos.

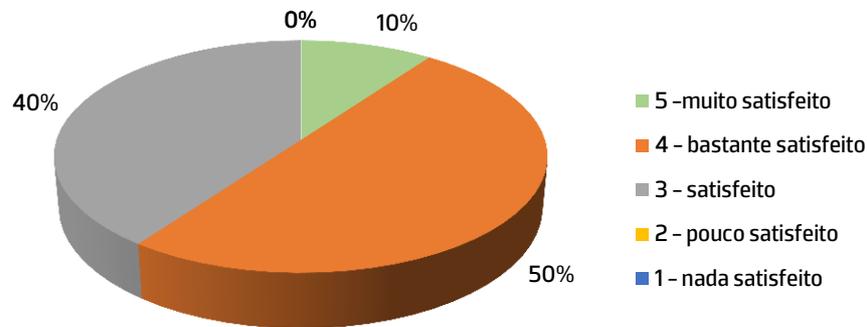


Figura 24 - Grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Seis Sigma

Ao avaliarem de uma forma positiva o seu grau de satisfação com a implementação da metodologia Seis Sigma, pode-se concluir que todos os respondentes obtiveram benefícios com esta solução.

#### 4.4.2.3. Benefícios obtidos com a implementação

Aos laboratórios foi apresentada uma lista de possíveis benefícios obtidos com a implementação da metodologia Seis Sigma para que a avaliassem numa escala de 1 a 5.

A avaliação feita pelos laboratórios (n=10) quanto aos possíveis benefícios sentidos encontra-se na tabela 21.

| <b><u>Número de respostas</u></b>                    | <b>1 – Nada Obtido</b> | <b>2 – Pouco Obtido</b> | <b>3 – Obtido</b> | <b>4 – Muito obtido</b> | <b>5 – Extremamente obtido</b> |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Aumento da eficiência                                |                        | 1                       | 7                 | 2                       |                                |
| Aumento da produtividade                             |                        | 5                       | 4                 | 1                       |                                |
| Redução da duração dos ciclos de trabalho            |                        | 6                       | 3                 | 1                       |                                |
| Redução/melhoria dos prazos de resposta              |                        | 5                       | 4                 | 1                       |                                |
| Redução na variabilidade dos processos               |                        | 2                       | 4                 | 4                       |                                |
| Redução dos defeitos/não conformidades nos processos |                        | 1                       | 5                 | 4                       |                                |
| Redução do desperdício / do retrabalho               |                        | 3                       | 4                 | 3                       |                                |
| Redução do nível de <i>stocks</i>                    |                        | 1                       | 6                 | 3                       |                                |
| Melhoria dos <i>layouts</i>                          |                        | 3                       | 6                 | 1                       |                                |
| Melhoria na qualidade dos resultados analíticoa      |                        | 2                       | 5                 | 3                       |                                |
| Aumento da taxa de satisfação dos clientes           |                        | 4                       | 5                 | 1                       |                                |
| Aumento da satisfação dos funcionários               |                        | 5                       | 2                 | 3                       |                                |
| Redução de custos                                    |                        | 4                       | 4                 | 2                       |                                |
| Aumento dos lucros                                   | 1                      | 4                       | 4                 | 1                       |                                |
| Melhoria da imagem                                   |                        | 2                       | 5                 | 3                       |                                |
| Vantagem competitiva                                 | 1                      | 2                       | 3                 | 4                       |                                |

Tabela 21 - Avaliação dos laboratórios quanto aos benefícios sentidos com a implementação da metodologia Seis Sigma

A redução na variabilidade dos processos, a redução dos defeitos/não conformidades nos processos e as vantagens competitivas foram benefícios avaliados como muito obtidos por 40% dos laboratórios.

É de salientar que 60% dos laboratórios consideraram como pouco obtido o benefício da redução da duração dos ciclos de trabalho e 50% o aumento da produtividade, o aumento da satisfação dos funcionários e o aumento dos lucros.

#### 4.4.2.4. Grau de dificuldade da implementação

Uma escala semelhante à utilizada na questão relativa ao grau de satisfação com a implementação da metodologia Seis Sigma foi aplicada para a avaliação do grau de dificuldade na implementação, sendo neste caso 1-nada fácil e 5-extremamente fácil. Neste parâmetro a pontuação máxima e mínima não foram selecionadas pelos laboratórios, tendo 50% dos laboratórios atribuído uma classificação de 3-fácil, como se pode verificar no gráfico seguinte.

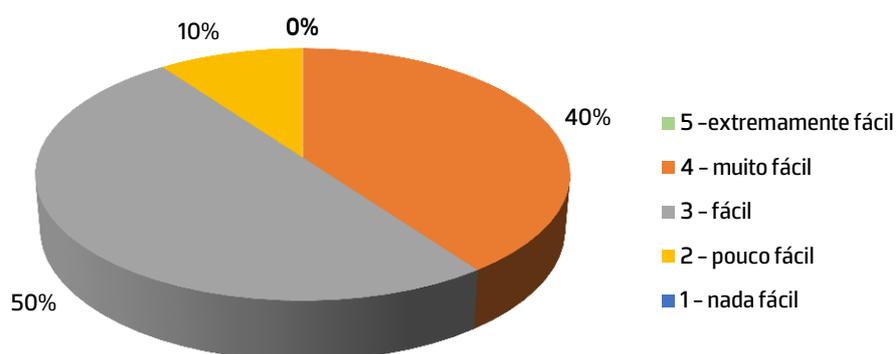


Figura 25 - Grau de dificuldade da implementação da metodologia Seis Sigma

#### 4.4.2.5. Dificuldades/limitações sentidas na implementação

Aos laboratórios foi apresentada uma lista de possíveis dificuldades/limitações sentidas na implementação da metodologia Seis Sigma para que a avaliassem numa escala de 1 a 5.

A avaliação feita pelos laboratórios (n=10) quanto às possíveis limitações sentidas encontra-se na tabela 22.

| <u>Número de respostas</u>  | 1-nada sentido | 2-pouco sentido | 3-sentido | 4-muito sentido | 5-extremamente sentido |
|---|----------------|-----------------|-----------|-----------------|------------------------|
| Custos elevados   | 1              | 6               | 2         |                 | 1                      |
| Falta de recursos humanos   |                | 4               | 2         | 4               |                        |
| Baixo envolvimento da gestão do laboratório                                     | 3              | 3               | 2         | 2               |                        |
| Baixo interesse e envolvimento dos colaboradores no projecto e mudança cultural |                | 3               | 5         | 2               |                        |
| Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas              |                | 4               | 5         | 1               |                        |

Tabela 22 - Avaliação dos laboratórios quanto às dificuldades/limitações sentidas com a implementação da metodologia Seis Sigma

A falta de recursos humanos foi avaliada como uma limitação muito sentida por 40% dos laboratórios. O baixo interesse dos colaboradores no projeto e mudança cultural foi identificado por 70% dos laboratórios da amostra, sendo a frequência mais elevada obtida.

Os itens mais identificados quanto ao grau de dificuldade sentido na implementação da metodologia, encontram-se representados no gráfico seguinte.

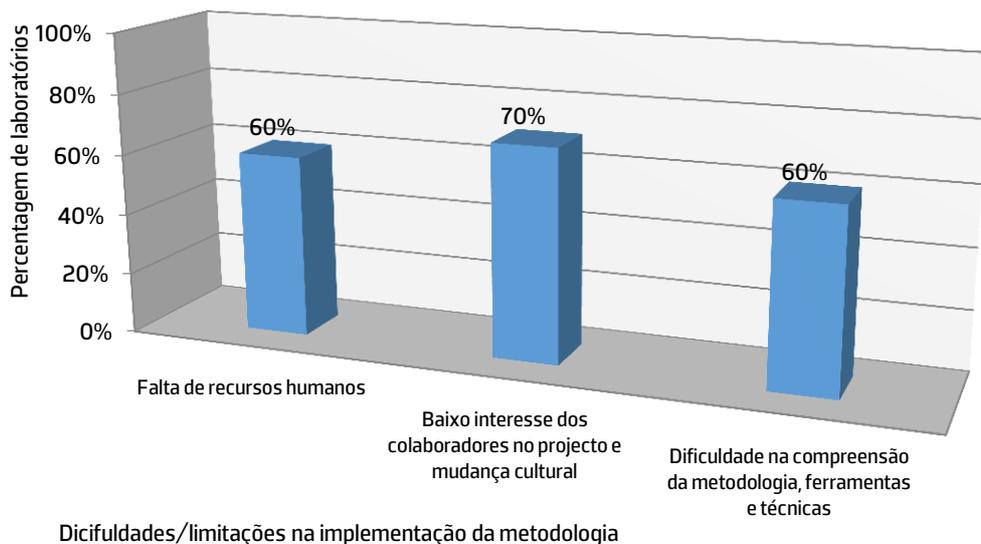


Figura 26 - Dificuldades/limitações sentidas na implementação da metodologia Seis Sigma

#### 4.4.3. Técnicas e ferramentas utilizadas na implementação e o grau de satisfação e de dificuldade

Neste ponto pretende-se relacionar o número de técnicas e ferramentas utilizadas na implementação das metodologias Lean e Seis Sigma com o grau de satisfação e de dificuldade obtidos com a implementação das mesmas.

##### 4.4.3.1. Lean

##### 4.4.3.1.1. Grau de satisfação

Nas tabelas seguintes pretende-se relacionar o grau de satisfação obtido pelos laboratórios que implementaram a metodologia Lean e o número de ferramentas implementadas. Apresentam-se na tabela 23, segundo o grau de satisfação, a média e o desvio padrão das ferramentas implementadas, assim como o seu valor mínimo e máximo.

| <b>Número Ferramentas implementadas</b> |              |          |                    |               |               |
|---|--------------|----------|--------------------|---------------|---------------|
| <b>Grau de satisfação</b>               | <b>Média</b> | <b>N</b> | <b>Erro Desvio</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
| <b>5-extremamente satisfeito</b>        | 6,40         | 5        | 5,225              | 2             | 13            |
| <b>4-muito satisfeito</b>               | 5,83         | 6        | 2,137              | 3             | 9             |
| <b>3-satisfeito</b>                     | 2,50         | 2        | 2,121              | 1             | 4             |
| <b>Total</b>                            | 5,54         | 13       | 3,643              | 1             | 13            |

Tabela 23 – Dados relativos ao grau de satisfação obtido com a implementação da metodologia Lean e número de ferramentas implementadas

Dos dados apresentados na tabela 23 verifica-se que a média do número de ferramentas implementadas é superior no grupo de laboratórios extremamente satisfeitos com a implementação da metodologia Lean parecendo, por isso, ser possível afirmar que o número de ferramentas influencia o grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Lean.

De forma a comprovar o descrito procedeu-se de seguinte forma:

Para o "número de ferramentas" foram realizados os testes de normalidade para verificar se os dados seguem uma distribuição normal.

| <b>Testes de Normalidade</b> |                                       |           |             |                     |           |             |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|---------------------|-----------|-------------|
|                              | <b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b> |           |             | <b>Shapiro-Wilk</b> |           |             |
|                              | <b>Estatística</b>                    | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> | <b>Estatística</b>  | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> |
| num_ferram                   | ,202                                  | 13        | ,150        | ,923                | 13        | ,273        |

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Tabela 24 - Testes de normalidade para número de ferramentas Lean

Uma vez que n é inferior a 50 serão utilizados os resultados Shapiro-Wilk. Verifica-se, com um nível de confiança de 95%, que os dados da variável "número de ferramentas" são normalmente distribuídos, dado que  $0,273 > 0,05$  (Pestana & Gageiro, 2014).

Para verificar se o grau de satisfação com a implementação da metodologia Lean é influenciado pela média do número de ferramentas implementadas aplicou-se um teste de ANOVA, tendo-se gerado duas hipóteses:

H0: as médias dos grupos de satisfação são iguais;

H1 as médias dos grupos de satisfação não são iguais (pelo menos duas).

| <b>Descritivas</b>               |    |       |                             |                             |  |                 |        |        |
|----------------------------------|----|-------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------|--------|--------|
| <b>Número de ferramentas</b>     |    |       |                             |                             |  |                 |        |        |
|                                  | N  | Média | Estatística do teste Desvio | Estatística do teste Padrão | 95% de Intervalo de Confiança para Média |                 | Mínimo | Máximo |
|                                  |    |       |                             |                             | Limite inferior                          | Limite superior |        |        |
| <b>3-satisfeito</b>              | 2  | 2,50  | 2,121                       | 1,500                       | -16,56                                   | 21,56           | 1      | 4      |
| <b>4-muito satisfeito</b>        | 6  | 5,83  | 2,137                       | ,872                        | 3,59                                     | 8,08            | 3      | 9      |
| <b>5-extremamente satisfeito</b> | 5  | 6,40  | 5,225                       | 2,337                       | -,09                                     | 12,89           | 2      | 13     |
| <b>Total</b>                     | 13 | 5,54  | 3,643                       | 1,010                       | 3,34                                     | 7,74            | 1      | 13     |

Tabela 25 – Estatísticas descritivas para o grau de satisfação e número de ferramentas Lean implementadas

| ANOVA                 |                    |    |                |      |      |
|-----------------------|--------------------|----|----------------|------|------|
| Número de ferramentas |                    |    |                |      |      |
|                       | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z    | Sig. |
| Entre Grupos          | 22,697             | 2  | 11,349         | ,831 | ,464 |
| Nos grupos            | 136,533            | 10 | 13,653         |      |      |
| Total                 | 159,231            | 12 |                |      |      |

Tabela 26 – Teste ANOVA para o grau de satisfação e número de ferramentas Lean implementadas

Uma vez que o valor p (Sig) do teste ANOVA é 0,464 e por isso  $>0,001$ , não se rejeita a hipótese nula, (Pestana & Gageiro, 2014) pelo que não foi possível comprovar o descrito na análise da tabela 23 (que o número de ferramentas influencia o grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Lean).

Da análise efetuada verifica-se que as médias de ferramentas utilizadas nos três grupos (3, 4 e 5), quanto ao grau de satisfação, não são distintas e por isso o número de ferramentas utilizadas não influencia o grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Lean.

#### 4.4.3.1.2. Grau de dificuldade

A tabela seguinte relaciona o grau de dificuldade sentido pelos laboratórios que implementaram a metodologia e o número de técnicas/ferramentas implementadas. Calculou-se, segundo o grau de dificuldade sentido pelos laboratórios, a média e o desvio padrão das ferramentas implementadas, assim como o seu valor mínimo e máximo.

| Número Ferramentas implementadas |       |    |             |        |        |
|----------------------------------|-------|----|-------------|--------|--------|
| Grau de dificuldade              | Média | N  | Erro Desvio | Mínimo | Máximo |
| 4 – muito fácil                  | 6,80  | 5  | 5,310       | 1      | 13     |
| 3 – fácil                        | 4,86  | 7  | 2,340       | 2      | 9      |
| 2 – pouco fácil                  | 4,00  | 1  | .           | 4      | 4      |
| Total                            | 5,54  | 13 | 3,643       | 1      | 13     |

Tabela 27 – Dados relativos ao grau de dificuldade sentido com a implementação da metodologia Lean e número de ferramentas implementadas

Dos dados apresentados na tabela 27 verifica-se que a média do número de ferramentas implementadas é superior no grupo de laboratórios que considera a implementação da metodologia Lean muito fácil parecendo, por isso, ser possível afirmar que o número de ferramentas influencia o grau de dificuldade dos laboratórios sentido com a implementação da metodologia Lean.

De forma a comprovar o descrito procedeu-se de acordo com o descrito baixo:

Como já apresentado no ponto 4.4.3.1.1. Grau de satisfação os dados da variável "número de ferramentas implementada" são normalmente distribuídos.

Para verificar se o grau de dificuldade na implementação da metodologia Lean é influenciado pela média do número de ferramentas implementadas aplicou-se um teste de ANOVA, tendo-se gerado duas hipóteses:

H0: as médias dos grupos de avaliação do grau de dificuldade são iguais;

H1: as médias dos grupos de avaliação do grau de dificuldade não são iguais (pelo menos duas).

| <b>Descritivas</b>           |           |             |                             |                             |                                    |                 |          |           |
|------------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------|----------|-----------|
| <b>Número de ferramentas</b> |           |             |                             |                             |                                    |                 |          |           |
|                              | N         | Média       | Estatística do teste Desvio | Estatística do teste Padrão | 95% de Intervalo de Confiança para |                 | Mínimo   | Máximo    |
|                              |           |             |                             |                             | Média                              |                 |          |           |
|                              |           |             |                             |                             | Limite inferior                    | Limite superior |          |           |
| 2-pouco fácil                | 1         | 4,00        | .                           | .                           | .                                  | .               | 4        | 4         |
| 3-fácil                      | 7         | 4,86        | 2,340                       | ,884                        | 2,69                               | 7,02            | 2        | 9         |
| 4-muito fácil                | 5         | 6,80        | 5,310                       | 2,375                       | ,21                                | 13,39           | 1        | 13        |
| <b>Total</b>                 | <b>13</b> | <b>5,54</b> | <b>3,643</b>                | <b>1,010</b>                | <b>3,34</b>                        | <b>7,74</b>     | <b>1</b> | <b>13</b> |

Tabela 28 - Estatísticas descritivas para o grau de dificuldade e número de ferramentas Lean implementadas

| <b>ANOVA</b>                 |                    |    |                |      |      |
|------------------------------|--------------------|----|----------------|------|------|
| <b>Número de ferramentas</b> |                    |    |                |      |      |
|                              | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z    | Sig. |
| <b>Entre Grupos</b>          | 13,574             | 2  | 6,787          | ,466 | ,641 |
| <b>Nos grupos</b>            | 145,657            | 10 | 14,566         |      |      |
| <b>Total</b>                 | 159,231            | 12 |                |      |      |

Tabela 29 - Teste ANOVA para o grau de dificuldade e número de ferramentas Lean implementadas

Uma vez que o valor p (Sig) do teste ANOVA é 0,641 e por isso  $>0,001$ , não se rejeita a hipótese nula, (Pestana & Gageiro, 2014) pelo que não foi possível comprovar o descrito na análise da tabela 27 (que o número de ferramentas influencia o grau de dificuldade dos laboratórios sentido com a implementação da metodologia Lean).

Da análise efetuada verifica-se que as médias de ferramentas utilizadas nos três grupos (2, 3 e 4), quanto ao grau de dificuldade, não são distintas e por isso o número de ferramentas utilizadas não influencia o grau de dificuldade dos laboratórios sentido com a implementação da metodologia Lean.

Não é assim possível estabelecer uma relação entre o número de técnicas/ferramentas implementadas e a avaliação do grau de dificuldade na sua implementação.

#### 4.4.3.2. Seis Sigma

##### 4.4.3.2.1. Grau de satisfação

Os quadros seguintes relacionam o grau de satisfação obtido pelos laboratórios que implementaram a metodologia Seis Sigma e o número de técnicas/ferramentas implementadas. Apresenta-se, segundo o grau de satisfação, a média e o desvio padrão das ferramentas implementadas, assim como o seu valor mínimo e máximo.

| Grau de satisfação        | Número Ferramentas implementadas |    |             |        |        |
|---------------------------|----------------------------------|----|-------------|--------|--------|
|                           | Média                            | N  | Erro Desvio | Mínimo | Máximo |
| 5-extremamente satisfeito | 5,00                             | 1  | .           | 5      | 5      |
| 4-muito satisfeito        | 7,40                             | 5  | 5,320       | 3      | 16     |
| 3-satisfeito              | 7,00                             | 4  | 2,160       | 5      | 10     |
| <b>Total</b>              | 7,00                             | 10 | 3,830       | 3      | 16     |

Tabela 30 - Dados relativos ao grau de satisfação obtido com a implementação da metodologia Seis Sigma e número de ferramentas implementadas

Da análise dos dados apresentados na tabela 30 parece ser possível afirmar que um maior número de ferramentas poderá não aumentar o grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Seis Sigma.

De forma a comprovar o descrito procedeu-se da seguinte forma:

Para o "número de ferramentas" foram realizados os testes de normalidade para verificar se os dados seguem uma distribuição normal.

|            | Testes de Normalidade           |    |                   |              |    |      |
|------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
|            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |      |
|            | Estatística                     | gl | Sig.              | Estatística  | gl | Sig. |
| num_ferram | ,203                            | 10 | ,200 <sup>*</sup> | ,847         | 10 | ,054 |

\*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Tabela 31 - Testes de normalidade para número de ferramentas Seis Sigma

Uma vez que  $n$  é inferior a 50 serão utilizados os resultados Shapiro-Wilk. Verifica-se, com um nível de confiança de 95%, que os dados da variável "número de ferramentas" são normalmente distribuídos, dado que  $0,054 > 0,05$  (Pestana & Gageiro, 2014).

Para verificar se o grau de satisfação com a implementação da metodologia Seis Sigma é influenciado pela média do número de ferramentas implementadas aplicou-se um teste de ANOVA, tendo-se gerado duas hipóteses:

H0: as médias dos grupos de satisfação são iguais;

H1 as médias dos grupos de satisfação não são iguais (pelo menos duas).

| <b>Descritivas</b>        |           |             |                             |                             |  |                 |          |           |
|---------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------|----------|-----------|
| <b>Número ferramentas</b> |           |             |                             |                             |  |                 |          |           |
|                           | N         | Média       | Estatística do teste Desvio | Estatística do teste Padrão | 95% de Intervalo de Confiança para Média |                 | Mínimo   | Máximo    |
|                           |           |             |                             |                             | Limite inferior                          | Limite superior |          |           |
| 3-satisfeito              | 4         | 7,00        | 2,160                       | 1,080                       | 3,56                                     | 10,44           | 5        | 10        |
| 4-muito satisfeito        | 5         | 7,40        | 5,320                       | 2,379                       | ,79                                      | 14,01           | 3        | 16        |
| 5-extremamente satisfeito | 1         | 5,00        | .                           | .                           | .  | .               | 5        | 5         |
| <b>Total</b>              | <b>10</b> | <b>7,00</b> | <b>3,830</b>                | <b>1,211</b>                | <b>4,26</b>                              | <b>9,74</b>     | <b>3</b> | <b>16</b> |

Tabela 32 - Estatísticas descritivas para o grau de satisfação e número de ferramentas Seis Sigma implementadas

| <b>ANOVA</b>              |                    |    |                |      |      |
|---------------------------|--------------------|----|----------------|------|------|
| <b>Número ferramentas</b> |                    |    |                |      |      |
|                           | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z    | Sig. |
| <b>Entre Grupos</b>       | 4,800              | 2  | 2,400          | ,132 | ,878 |
| <b>Nos grupos</b>         | 127,200            | 7  | 18,171         |      |      |
| <b>Total</b>              | 132,000            | 9  |                |      |      |

Tabela 33 - Teste ANOVA para o grau de satisfação e número de ferramentas Seis Sigma implementadas

Uma vez que o valor  $p$  (Sig) do teste ANOVA é 0,878 e por isso  $> 0,001$ , não se rejeita a hipótese nula, (Pestana & Gageiro, 2014) pelo que foi possível comprovar o descrito na análise da tabela 30 (um maior número de ferramentas não aumenta o grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Seis Sigma).

Da análise efetuada verifica-se que as médias de ferramentas utilizadas nos três grupos (3, 4 e 5), quanto ao grau de satisfação, não são distintas e por isso o número de ferramentas utilizadas não influencia o grau de satisfação dos laboratórios com a implementação da metodologia Seis Sigma.

Relativamente às técnicas/ferramentas implementadas, dos seis laboratórios que se mostraram bastante satisfeitos com a implementação da metodologia Seis Sigma, nenhum deles utilizou as ferramentas SIPOC ou a Project Charter. Quatro utilizaram cartas de controlo e só um destes quatro utilizou também SPC e análise de capacidade. Só três dos seis laboratórios utilizaram a técnica DMAIC na implementação da metodologia Seis Sigma.

#### 4.4.3.2.2. Grau de dificuldade

O quadro seguinte relaciona o grau de dificuldade sentido pelos laboratórios que implementaram a metodologia Seis Sigma e o número de técnicas/ferramentas implementadas. Apresenta-se, segundo o grau de satisfação, a média e o desvio padrão das ferramentas implementadas, assim como o seu valor mínimo e máximo.

| <b>Número Ferramentas implementadas</b> |              |          |                    |               |               |
|---|--------------|----------|--------------------|---------------|---------------|
| <b>Grau de dificuldade</b>              | <b>Média</b> | <b>N</b> | <b>Erro Desvio</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
| <b>4 – muito fácil</b>                  | 6,25         | 4        | 1,893              | 5             | 9             |
| <b>3 – fácil</b>                        | 5,80         | 5        | 2,775              | 3             | 10            |
| <b>2 – pouco fácil</b>                  | 16,00        | 1        | .                  | 16            | 16            |
| <b>Total</b>                            | 7,00         | 10       | 3,830              | 3             | 16            |

Tabela 34 - Dados relativos ao grau de dificuldade sentido com a implementação da metodologia Seis Sigma e número de ferramentas implementadas

Dos dados apresentados na tabela 34 verifica-se que a média do número de ferramentas implementadas é muito superior no grupo de laboratórios que considera a implementação da metodologia Seis Sigma pouco fácil, no entanto, neste caso n é apenas 1. Quando comparadas as médias das ferramentas implementadas nos grupos 4-muito fácil e 3-fácil verifica-se que a média de ferramentas é superior para o grupo que considera a implementação da metodologia Seis Sigma muito fácil.

De forma a comprovar se o número de ferramentas utilizadas na implementação da metodologia Seis Sigma influencia o grau de dificuldade sentido com a implementação da mesma procedeu-se de acordo com o descrito baixo:

Como já apresentado no ponto 4.4.3.2.1. Grau de satisfação os dados da variável "número de ferramentas implementada" são normalmente distribuídos.

Aplicou-se um teste de ANOVA, tendo-se gerado duas hipóteses:

H0: as médias dos grupos de avaliação do grau de dificuldade são iguais;

H1: as médias dos grupos de avaliação do grau de dificuldade não são iguais (pelo menos duas).

| Descritivas        |           |             |                             |                             |  |                 |          |           |
|--------------------|-----------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------|----------|-----------|
| Número ferramentas |           |             |                             |                             |  |                 |          |           |
|                    | N         | Média       | Estatística do teste Desvio | Estatística do teste Padrão | 95% de Intervalo de Confiança para Média |                 | Mínimo   | Máximo    |
|                    |           |             |                             |                             | Limite inferior                          | Limite superior |          |           |
| 2- pouco fácil     | 1         | 16,00       | .                           | .                           | .  | .               | 16       | 16        |
| 3-fácil            | 5         | 5,80        | 2,775                       | 1,241                       | 2,35                                     | 9,25            | 3        | 10        |
| 4-muito fácil      | 4         | 6,25        | 1,893                       | ,946                        | 3,24                                     | 9,26            | 5        | 9         |
| <b>Total</b>       | <b>10</b> | <b>7,00</b> | <b>3,830</b>                | <b>1,211</b>                | <b>4,26</b>                              | <b>9,74</b>     | <b>3</b> | <b>16</b> |

Tabela 35 - Estatísticas descritivas para o grau de dificuldade e número de ferramentas Seis Sigma implementadas

| ANOVA               |                    |    |                |       |      |
|---------------------|--------------------|----|----------------|-------|------|
| Número ferramentas  |                    |    |                |       |      |
|                     | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z     | Sig. |
| <b>Entre Grupos</b> | 90,450             | 2  | 45,225         | 7,619 | ,017 |
| <b>Nos grupos</b>   | 41,550             | 7  | 5,936          |       |      |
| <b>Total</b>        | 132,000            | 9  |                |       |      |

Tabela 36 - Teste ANOVA para o grau de dificuldade e número de ferramentas Seis Sigma implementadas

Uma vez que o valor p (Sig) do teste ANOVA é 0,017 e por isso  $>0,001$ , não se rejeita a hipótese nula, (Pestana & Gageiro, 2014) pelo que se verifica que as médias de ferramentas utilizadas nos três grupos (2, 3 e 4), quanto ao grau de dificuldade, não são distintas e por isso o número de ferramentas utilizadas não influencia o grau de dificuldade dos laboratórios sentido com a implementação da metodologia Seis Sigma.

Não é assim possível estabelecer uma relação entre o número de técnicas/ferramentas Seis Sigma implementadas e a avaliação do grau de dificuldade na sua implementação.

#### 4.4.4. Análise comparativa Lean e Seis Sigma

Efetou-se uma breve análise comparativa das respostas obtidas entre laboratórios que implementaram a metodologia Lean e a metodologia Seis Sigma, sendo de salientar que sete dos laboratórios em estudo têm implementadas as duas metodologias.

Na tabela seguinte apresentamos uma breve síntese da avaliação efetuada quanto ao grau de satisfação e de dificuldade sentidas na implementação das metodologias, para os laboratórios que implementaram só uma das metodologias ou as duas.

| Implementação                        | Metodologia Lean |                     | Metodologia Seis Sigma |                     |
|--------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                                      | Grau satisfação  | Grau de dificuldade | Grau satisfação        | Grau de dificuldade |
| Implementou a metodologia Lean       | <b>Média</b>     | <b>4,50</b>         |                        | <b>3,50</b>         |
|                                      | N                | 6                   |                        | 6                   |
|                                      | Erro Desvio      | ,548                |                        | ,548                |
|                                      | Mínimo           | 4                   |                        | 3                   |
|                                      | Máximo           | 5                   |                        | 4                   |
| Implementou a metodologia Seis Sigma | <b>Média</b>     |                     | <b>4,33</b>            | <b>3,33</b>         |
|                                      | N                |                     | 3                      | 3                   |
|                                      | Erro Desvio      |                     | ,577                   | ,577                |
|                                      | Mínimo           |                     | 4                      | 3                   |
|                                      | Máximo           |                     | 5                      | 4                   |
| Implementou as duas metodologias     | <b>Média</b>     | <b>4,00</b>         | <b>3,14</b>            | <b>3,43</b>         |
|                                      | N                | 7                   | 7                      | 7                   |
|                                      | Erro Desvio      | ,816                | ,690                   | ,535                |
|                                      | Mínimo           | 3                   | 2                      | 3                   |
|                                      | Máximo           | 5                   | 4                      | 4                   |
| <b>Total</b>                         | <b>Média</b>     | <b>4,23</b>         | <b>3,31</b>            | <b>3,70</b>         |
|                                      | N                | 13                  | 13                     | 10                  |
|                                      | Erro Desvio      | ,725                | ,630                   | ,675                |
|                                      | Mínimo           | 3                   | 2                      | 3                   |
|                                      | Máximo           | 5                   | 4                      | 5                   |

Tabela 37 – Análise comparativa do grau de satisfação e de dificuldade na implementação das metodologias

Quanto à avaliação atribuída ao grau de satisfação, nenhum dos grupos (Lean e Seis Sigma) avalia de forma negativa os resultados da implementação, contudo os graus de satisfação mais elevados são atribuídos por 86% dos laboratórios que implementaram a metodologia Lean e apenas 60% dos laboratórios que implementaram a metodologia Seis Sigma, o que a análise das médias apresentadas parece corroborar.

A análise comparativa das médias parece indicar que os laboratórios que implementaram apenas uma das metodologias apresentam um grau de satisfação superior e um grau de dificuldade inferior aos laboratórios que implementaram as duas metodologias.

Nas avaliações atribuídas ao grau de dificuldade na implementação as avaliações dos dois grupos em análise são muito semelhantes.

#### 4.5. Implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e indicadores de desempenho

Neste ponto pretendeu-se verificar se existe uma relação entre a implementação ou não das metodologias Lean e Seis Sigma e a evolução dos indicadores de desempenho dos laboratórios nos últimos três anos (objetivo específico nº 5).

A questão relativa à evolução dos indicadores de desempenho dos laboratórios nos últimos três anos encontrava-se inserida no Grupo A do questionário tendo sido respondida por todos os elementos a amostra, quer tivessem, quer não tivessem, as metodologias implementadas. Cada um dos indicadores de desempenho foi avaliado numa escala de 1 a 5 em que 1-diminuiu muito, 2-diminui, 3-manteve-se, 4-aumentou e 5-aumentou muito.

Efetou-se os testes de confiabilidade para a questão relativa aos indicadores de desempenho, que continha 8 itens, e obteve-se um valor de Alfa de Cronbach superior a 0,60, pelo que nenhuma das variáveis foi excluída do estudo (Pestana & Gageiro, 2014).

| <b>Estatísticas de confiabilidade</b> |  |                   |
|---------------------------------------|--|-------------------|
| <b>Alfa de Cronbach</b>               | <b>Alfa de Cronbach com base em itens padronizados</b> | <b>N de itens</b> |
| ,713                                  | ,720   | 8                 |

Tabela 38 - Estatísticas de confiabilidade para indicadores de desempenho

Calcularam-se a média, desvio padrão, valor máximo e mínimo para cada um dos indicadores de desempenho, avaliados numa escala de 1 a 5, para todos os laboratórios, apresentando-se os resultados na tabela seguinte.

| <b>Estatísticas de indicadores de desempenho</b>      |              |                      |          |            |            |
|---|--------------|----------------------|----------|------------|------------|
| <b>Variáveis</b>                                      | <b>Média</b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>N</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> |
| Número de trabalhadores                               | 3,06         | ,701                 | 106      | 2          | 5          |
| Volume de negócios                                    | 3,43         | ,676                 | 106      | 2          | 5          |
| Quota de mercado                                      | 3,36         | ,620                 | 106      | 1          | 5          |
| Desempenho obtido no controlo de qualidade            | 3,37         | ,652                 | 106      | 1          | 5          |
| Nº de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade | 3,43         | ,648                 | 106      | 1          | 5          |
| Prazos de resposta                                    | 2,99         | ,697                 | 106      | 1          | 5          |
| Satisfação dos clientes                               | 3,30         | ,588                 | 106      | 2          | 5          |
| Motivação do pessoal                                  | 2,83         | ,774                 | 106      | 1          | 5          |

Tabela 39 – Estatísticas relativas aos indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho "Volume de negócios" e "Nº de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade" são os que apresentam uma maior avaliação em termos médios. De uma forma menos positiva é avaliado o indicador "Motivação do pessoal".

Calcularam-se também a média, desvio padrão, mínimo e máximo dos indicadores de desempenho de acordo com a implementação ou não das metodologias Lean e Seis Sigma (n=106), que se encontram refletidas na tabela 40.

| Implementação das metodologias          | Número de trabalhadores | Volume de negócios | Quota de mercado | Desempenho obtido controlo qualidade | Nº ferramentas utilizadas no controlo qualidade | Prazos de resposta | Satisfação dos clientes | Motivação do pessoal |             |
|---|-------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| <b>Nenhuma metodologia implementada</b> | <b>Média</b>            | <b>3,03</b>        | <b>3,37</b>      | <b>3,31</b>                          | <b>3,36</b>                                     | <b>3,38</b>        | <b>2,96</b>             | <b>3,26</b>          | <b>2,82</b> |
|   | N                       | 90                 | 90               | 90                                   | 90  | 90                 | 90                      | 90                   | 90          |
|   | Desvio padrão           | ,661               | ,661             | ,593                                 | ,624  | ,628               | ,652                    | ,591                 | ,758        |
|   | Mínimo                  | 2                  | 2                | 1                                    | 1   | 1                  | 1                       | 2                    | 1           |
|   | Máximo                  | 4                  | 5                | 5                                    | 5   | 5                  | 4                       | 5                    | 5           |
| <b>Lean</b>                             | <b>Média</b>            | <b>3,17</b>        | <b>3,67</b>      | <b>3,50</b>                          | <b>3,17</b>                                     | <b>3,67</b>        | <b>2,83</b>             | <b>3,67</b>          | <b>2,83</b> |
|   | N                       | 6                  | 6                | 6                                    | 6   | 6                  | 6                       | 6                    | 6           |
|   | Desvio padrão           | ,753               | ,516             | ,837                                 | ,753  | ,516               | ,753                    | ,516                 | ,753        |
|   | Mínimo                  | 2                  | 3                | 2                                    | 2   | 3                  | 2                       | 3                    | 2           |
|   | Máximo                  | 4                  | 4                | 4                                    | 4   | 4                  | 4                       | 4                    | 4           |
| <b>Seis Sigma</b>                       | <b>Média</b>            | <b>3,33</b>        | <b>3,67</b>      | <b>3,67</b>                          | <b>3,33</b>                                     | <b>3,33</b>        | <b>3,67</b>             | <b>3,00</b>          | <b>2,33</b> |
|   | N                       | 3                  | 3                | 3                                    | 3   | 3                  | 3                       | 3                    | 3           |
|   | Desvio padrão           | ,577               | ,577             | ,577                                 | ,577  | ,577               | 1,155                   | ,000                 | 1,155       |
|   | Mínimo                  | 3                  | 3                | 3                                    | 3   | 3                  | 3                       | 3                    | 1           |
|   | Máximo                  | 4                  | 4                | 4                                    | 4   | 4                  | 5                       | 3                    | 3           |
| <b>Lean e Seis Sigma</b>                | <b>Média</b>            | <b>3,14</b>        | <b>4,00</b>      | <b>3,71</b>                          | <b>3,71</b>                                     | <b>4,00</b>        | <b>3,29</b>             | <b>3,71</b>          | <b>3,14</b> |
|   | N                       | 7                  | 7                | 7                                    | 7   | 7                  | 7                       | 7                    | 7           |
|   | Desvio padrão           | 1,215              | ,816             | ,756                                 | ,951  | ,816               | ,951                    | ,488                 | ,900        |
|   | Mínimo                  | 2                  | 3                | 3                                    | 3   | 3                  | 2                       | 3                    | 2           |
|   | Máximo                  | 5                  | 5                | 5                                    | 5   | 5                  | 5                       | 4                    | 4           |

Tabela 40 – Estatísticas relativas aos indicadores de desempenho por implementação das metodologias Lean e Seis Sigma

Com base nas tabelas anteriores verifica-se que, para todos os indicadores de desempenho, os laboratórios que não implementaram nenhuma das metodologias, têm uma média inferior à média calculada para o total de laboratórios.

É possível também constatar que as melhores médias pertencem aos laboratórios que implementaram as duas metodologias.

Para os oito indicadores, comparou-se os resultados dos laboratórios que não implementaram nenhuma metodologia (n= 90) com os laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias (n= 16). A tabela seguinte ilustra esta comparação.

| <b>Estatísticas de grupo</b>                           |                                      |          |              |                      |                             |
|--|--------------------------------------|----------|--------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>Variáveis</b>                                       | <b>Implementação de metodologias</b> | <b>N</b> | <b>Média</b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>Erro padrão da média</b> |
| <b>Volume de negócios</b>                              | sem                                  | 90       | 3,37         | ,661                 | ,070                        |
|  | com                                  | 16       | 3,81         | ,655                 | ,164                        |
| <b>Número de trabalhadores</b>                         | sem                                  | 90       | 3,03         | ,661                 | ,070                        |
|  | com                                  | 16       | 3,19         | ,911                 | ,228                        |
| <b>Quota de mercado</b>                                | sem                                  | 90       | 3,31         | ,593                 | ,062                        |
|  | com                                  | 16       | 3,63         | ,719                 | ,180                        |
| <b>Desempenho obtido controlo qualidade</b>            | sem                                  | 90       | 3,36         | ,624                 | ,066                        |
|  | com                                  | 16       | 3,44         | ,814                 | ,203                        |
| <b>Nº ferramentas utilizadas no controlo qualidade</b> | sem                                  | 90       | 3,38         | ,628                 | ,066                        |
|  | com                                  | 16       | 3,75         | ,683                 | ,171                        |
| <b>Prazos de resposta</b>                              | sem                                  | 90       | 2,96         | ,652                 | ,069                        |
|  | com                                  | 16       | 3,19         | ,911                 | ,228                        |
| <b>Satisfação dos clientes</b>                         | sem                                  | 90       | 3,26         | ,591                 | ,062                        |
|  | com                                  | 16       | 3,56         | ,512                 | ,128                        |
| <b>Motivação do pessoal</b>                            | sem                                  | 90       | 2,82         | ,758                 | ,080                        |
|  | com                                  | 16       | 2,88         | ,885                 | ,221                        |

Tabela 41 – Estatísticas de grupo relativas aos indicadores de desempenho por implementação ou não das metodologias

Para cada um dos indicadores de desempenho foram geradas duas hipóteses de estudo de forma a verificar se a diferença dos resultados obtidos nos indicadores de desempenho entre os dois grupos - laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias e laboratórios que não implementaram nenhuma das metodologias - é estatisticamente significativa:

H0: A média do indicador de desempenho é igual entre os dois grupos considerados;

H1: A média do indicador de desempenho é diferente entre os dois grupos considerados.

Realizaram-se os testes para verificar se os dados seguem uma distribuição normal.

| Implementação de metodologias                   |     | Testes de Normalidade           |    |       |              |    |       |
|---|-----|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|   |     | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|   |     | Estatística                     | gl | Sig.  | Estatística  | gl | Sig.  |
| Número de trabalhadores                         | sem | 0,287                           | 90 | 0,000 | 0,794        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,207                           | 16 | 0,066 | 0,882        | 16 | 0,041 |
| Volume de negócios                              | sem | 0,288                           | 90 | 0,000 | 0,807        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,300                           | 16 | 0,000 | 0,794        | 16 | 0,002 |
| Quota de mercado                                | sem | 0,356                           | 90 | 0,000 | 0,727        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,324                           | 16 | 0,000 | 0,831        | 16 | 0,007 |
| Desempenho obtido controlo qualidade            | sem | 0,316                           | 90 | 0,000 | 0,759        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,330                           | 16 | 0,000 | 0,827        | 16 | 0,006 |
| Nº ferramentas utilizadas no controlo qualidade | sem | 0,326                           | 90 | 0,000 | 0,759        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,268                           | 16 | 0,003 | 0,796        | 16 | 0,002 |
| Prazos de resposta                              | sem | 0,316                           | 90 | 0,000 | 0,798        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,332                           | 16 | 0,000 | 0,824        | 16 | 0,006 |
| Satisfação dos clientes                         | sem | 0,401                           | 90 | 0,000 | 0,716        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,366                           | 16 | 0,000 | 0,638        | 16 | 0,000 |
| Motivação do pessoal                            | sem | 0,282                           | 90 | 0,000 | 0,854        | 90 | 0,000 |
|   | com | 0,244                           | 16 | 0,012 | 0,878        | 16 | 0,036 |

Tabela 42 – Testes de normalidade para indicadores de desempenho por implementação ou não das metodologias

Uma vez que os dados não apresentam uma distribuição normal como se pode verificar após a realização dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, tabela 42, serão realizados os testes não paramétricos para duas amostras, Teste U de Mann-Whitney, de forma a verificar a existência de relacionamento entre cada um dos indicadores de desempenho e a implementação das metodologias (Pestana & Gageiro, 2014).

| <b>Resumo de Teste de Hipótese</b> |  |   |             |                           |
|------------------------------------|--|---|-------------|---------------------------|
|                                    | <b>Hipótese nula</b>   | <b>Teste</b>                                      | <b>Sig.</b> | <b>Decisão</b>            |
| 1                                  | A distribuição de Número de trabalhadores é igual nas categorias de Implementação (sem/com).                         | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,530        | Reter a hipótese nula.    |
| 2                                  | A distribuição de Volume de negócios é igual nas categorias de Implementação (sem/com).                              | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,022        | Rejeitar a hipótese nula. |
| 3                                  | A distribuição de Quota de mercado é igual nas categorias de Implementação (sem/com).                                | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,051        | Reter a hipótese nula.    |
| 4                                  | A distribuição de Desempenho obtido controlo qualidade é igual nas categorias de Implementação (sem/com).            | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,932        | Reter a hipótese nula.    |
| 5                                  | A distribuição de Nº ferramentas utilizadas no controlo qualidade é igual nas categorias de Implementação (sem/com). | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,049        | Rejeitar a hipótese nula. |
| 6                                  | A distribuição de Prazos de resposta é igual nas categorias de Implementação (sem/com).                              | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,465        | Reter a hipótese nula.    |
| 7                                  | A distribuição de Satisfação dos clientes é igual nas categorias de de Implementação (sem/com).                      | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,024        | Rejeitar a hipótese nula. |
| 8                                  | A distribuição de Motivação do pessoal é igual nas categorias de de Implementação (sem/com).                         | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,717        | Reter a hipótese nula.    |

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,050.

Tabela 43 – Resumo de Teste de hipóteses para indicadores de desempenho por implementação ou não das metodologias

Para os indicadores "Volume de negócios", "Número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade" e "Satisfação dos clientes", rejeitando-se a hipótese nula, pode-se afirmar, com um nível de confiança de 95%, que as respetivas médias dos indicadores de desempenho são estatisticamente diferentes. Nestes indicadores, o grupo dos laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias apresenta desempenhos superiores ao grupo dos laboratórios que não implementaram nenhuma das metodologias. Seguidamente criou-se uma variável de desempenho que resulta da agregação dos oito indicadores em estudo. Na tabela seguinte pode-se consultar a sua média, desvio padrão, mínimo e máximo.

| <b>Variável de agregação</b>         |              |          |                    |               |               |
|--------------------------------------|--------------|----------|--------------------|---------------|---------------|
| <b>Implementação de metodologias</b> | <b>Média</b> | <b>N</b> | <b>Erro Desvio</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
| <b>Sem implementação</b>             | 3,185        | 90       | ,372               | 1,750         | 4,125         |
| <b>Com implementação</b>             | 3,430        | 16       | ,418               | 2,875         | 4,375         |
| <b>Total</b>                         | 3,222        | 106      | ,387               | 1,750         | 4,375         |

Tabela 44 – Estatísticas de grupo relativa à variável agregação de desempenho por implementação de metodologias

Verificou-se que a média referente à variável agregação é superior nos laboratórios que implementaram pelo menos uma metodologia.

Elaborou-se então duas hipóteses de estudo:

H0: A média do indicador de desempenho é igual entre os dois grupos considerados;

H1: A média do indicador de desempenho é diferente entre os dois grupos considerados.

À semelhança do estudo anterior foi testada a normalidade da variável utilizando os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk.

| <b>Testes de Normalidade</b> |                                       |           |             |                     |           |             |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|---------------------|-----------|-------------|
|                              | <b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b> |           |             | <b>Shapiro-Wilk</b> |           |             |
|                              | <b>Estatística</b>                    | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> | <b>Estatística</b>  | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> |
| Variável de agregação        | ,101                                  | 106       | ,010        | ,965                | 106       | ,007        |

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Tabela 45 – Testes de normalidade para variável agregação de desempenho por implementação de metodologias

Uma vez que os dados não apresentam uma distribuição normal como se pode verificar após a realização dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, irá-se utilizar os testes não paramétricos Teste U de Mann-Whitney de forma a verificar a hipótese elaborada (Pestana & Gageiro, 2014).

| <b>Resumo de Teste de Hipótese</b>  |   |             |                           |
|---|---|-------------|---------------------------|
| <b>Hipótese nula</b>  | <b>Teste</b>                                      | <b>Sig.</b> | <b>Decisão</b>            |
| 1 A distribuição de Variável de agregação é igual nas categorias de Implementação (sem/com) | Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney | ,039        | Rejeitar a hipótese nula. |

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,050.

Tabela 46 – Resumo de Teste de hipóteses para a variável agregação de desempenho por implementação de metodologias

Pode-se então afirmar, com um nível de confiança de 95%, que as médias dos indicadores de desempenho são estatisticamente diferentes entre os laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias e os que não efetuaram nenhuma implementação.

## 5. Análise e discussão de resultados

Face aos resultados obtidos nos estudos de caso analisados na pesquisa bibliográfica seria de prever que, à semelhança dos mesmos, fosse possível evidenciar claramente o caminho de sucesso a que as metodologias Lean e Seis Sigma têm conduzido os laboratórios. Quando analisados os indicadores de desempenho na sua globalidade, numa variável agregada, é possível corroborar o descrito, já que os resultados de desempenho são superiores para os laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias quando comparados com os laboratórios que não implementaram nenhuma.

No entanto, quando analisados individualmente, apenas a diferença entre as médias de três indicadores, o "Volume de negócios", o "Número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade" e a "Satisfação dos clientes" se revelou estatisticamente significativa.

Avaliando os três indicadores descritos face à literatura, e ainda que correspondam a indicadores organizacionais potenciadores de um melhor desempenho, poderá colocar-se a hipótese de estarem ou não relacionados com os bons resultados descritos como consequentes à implementação das metodologias Lean ou Seis Sigma (Andersson et al., 2006; Collins & Wiersma, 2008; Klefsjo et al., 2006; Neto, et al., 2015; Oliveira, 2013; Womack & Jones, 2003).

O "Volume de negócios" resulta do produto dos preços aplicados pelas quantidades fornecidas aos clientes, pelo que é uma variável que aumenta em resultado de um aumento dos preços e/ou aumento das quantidades. Sendo que as metodologias Lean e Seis Sigma objetivam uma melhoria na eficiência, poderemos, face aos resultados obtidos, poderar a hipótese de que o melhor desempenho no "volume de negócios" nos laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias poderá estar indiretamente relacionado a uma melhoria na eficiência promovida pelas metodologias o que originará um aumento nas quantidades produzidas (Gras & Philippe, 2007; Inal et al., 2018; Malacarne, 2018; Neto et al., 2015; Silva, 2013).

Quanto ao indicador "Número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade", o seu aumento poderá ou não revelar-se como um fator positivo. Se por um lado, um aumento no número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade pode traduzir um superior nível de qualidade dos ensaios, por outro, um processo que se encontre em controlo estatístico e com elevado nível de desempenho possibilita a redução no número de controlos aplicados (IPAC, 2018; NP EN ISO/IEC 17025, 2018; Westgard et al., 2018).

Tal como referido na literatura, foi possível evidenciar com este estudo que a "Satisfação dos clientes" é um indicador de desempenho consequente à implementação das metodologias Lean e Seis Sigma,

originado, em grande medida, por uma melhoria na eficiência, qualidade e prazos de resposta (Gras & Philippe, 2007; Inal et al., 2018; Malacarne, 2018; Neto et al., 2015; Silva, 2013).

Para os restantes indicadores de desempenho, quando analisados individualmente, ainda que as diferenças entre as médias obtidas não se tenham revelado estatisticamente significativas, observou-se que as médias dos laboratórios com pelo menos uma das metodologias implementadas eram superiores às dos laboratórios sem as metodologias implementadas. Uma das diferenças que se pode destacar é a correspondente aos "Prazos de resposta". Seria de esperar obter prazos de resposta significativamente inferiores no grupo de laboratórios com as metodologias implementadas ao contrário do que se verificou. Poderia colocar-se a hipótese de que a questão pudesse induzir o respondente em erro dado ser o único indicador, de entre os oito apresentados, em que a escala de avaliação seria contrária, ou seja, quanto maior a resposta menor o benefício. Mas quando analisada a questão relativa aos benefícios obtidos pelos respondentes verifica-se que, para a metodologia Lean, 46% dos laboratórios considerou o aumento da eficiência e a redução da duração dos ciclos de trabalho como um benefício muito obtido, no entanto, para a metodologia Seis Sigma a redução da duração dos ciclos de trabalho foi pouco obtida em 60% da amostra.

Quanto ao indicador "Desempenho obtido no controlo de qualidade" as médias para os dois grupos revelaram-se muito próximas e, como já referido, a diferença não é estatisticamente significativa. O facto de:

- da totalidade da amostra (n=106), 15 laboratórios não serem acreditados e/ou certificados e 15 serem só certificados, sendo os restantes acreditados

e

- dos laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias (n=16) apenas 1 não ser acreditado e/ou certificado e 2 serem só certificados, sendo os restantes acreditados

pode justificar a similaridade de resultados neste indicador dado que o cumprimento dos requisitos dos normativos de acreditação e certificação, e em particular da acreditação, impõem um controlo de qualidade muito apertado a nível laboratorial (IPAC, 2018; NP EN ISO 9001, 2015; NP EN ISO/IEC 17025, 2018).

Ainda analisando os indicadores de desempenho, importará fazer referência à "Motivação do pessoal", cuja diferença entre médias é também muito baixa, para além de não ser estatisticamente significativa, e quando analisadas as dificuldades/limitações indicadas pelos laboratórios na implementação das metodologias o "baixo interesse dos colaboradores no projeto e mudança cultural" obteve das frequências mais elevadas para ambas as metodologias. Também ao nível dos benefícios obtidos com a implementação da metodologia Seis Sigma foi referido por 50% dos laboratórios que a "satisfação dos funcionários" tinha sido um fator pouco obtido. Segundo diversos autores, para o sucesso da

implementação de qualquer uma das metodologias é necessário treino, equipas dedicadas, envolvimento dos colaboradores e empenho da liderança na criação de uma estrutura organizacional e multidisciplinar com delimitação das diferentes responsabilidades (Andersson et al., 2006; Cankovic et al., 2009; Collins & Wiersma, 2008; Halwachs-Baumann, 2010; Juran & Godfrey, 1998; Linderman et al., 2003; McCarty et al., 2004; Moraes et al., 2013; Santos, 2014; Westcott & Duffy, 2014; Winters-Miner et al., 2015; Zayko, 2007). Face ao exposto parece ser possível afirmar que nos laboratórios que implementaram as metodologias poderá ter havido alguma falha ao nível da formação e envolvimento das equipas.

As diferenças verificadas na evolução dos últimos três anos nos indicadores de desempenho "número de trabalhadores" e "quota de mercado" poderá estar relacionada com o facto da maioria dos laboratórios que implementaram as metodologias Lean e Seis Sigma não seguirem exatamente as mesmas características da amostra a nível do volume de negócios, inserção numa estrutura empresarial maior e número de funcionários, na medida em que apresentam valores mais elevados nas três características.

À semelhança do que acontece no meio empresarial no qual estas metodologias foram primariamente desenvolvidas nas grandes empresas industriais também neste estudo se verificou que na área laboratorial, dos laboratórios que implementaram as metodologias, apenas um não pertencia a uma estrutura empresarial maior, 44% têm entre 11 a 30 funcionários, 38% têm mais de 51 funcionários, 44% têm um volume de negócios superior a 1 milhão de euros e apenas 25% inferior a 1 milhão de euros, bem diferente da totalidade da amostra (49% com volume de negócios inferior a 1 milhão). É ainda de acrescentar que, para o indicador "número de funcionários", a diferença entre os laboratórios que implementaram as metodologias e os que não implementaram é estatisticamente significativa, sendo a média dos que implementaram quase o dobro dos que não implementaram.

Quando analisados os benefícios obtidos com a implementação da metodologia Lean, 38% dos respondentes indicaram a "redução dos custos" como um benefício muito obtido, no entanto, quando colocada a mesma questão aos laboratórios que implementaram a metodologia Seis Sigma, 50% indicaram o "aumento dos lucros" como um benefício pouco obtido. Não obstante, para a metodologia Seis Sigma, 40% dos respondentes consideraram que dois dos benefícios muito obtidos foram a "redução na variabilidade" e a "redução dos defeitos/não conformidades" nos processos, o que por si só poderá originar uma redução nos custos com o controlo de qualidade e retrabalho e melhoria na qualidade dos resultados obtidos, indo ao encontro das vantagens descritas para a metodologia (Gras & Philippe, 2007; Jairaman et al., 2017; Westgard et al., 2018; Xia et al., 2018). Da mesma forma, na metodologia Lean os benefícios indicados como mais obtidos pelos laboratórios que procederam à sua implementação foram "aumento da eficiência", "redução da duração dos ciclos de trabalho", "aumento da

produtividade", "redução do desperdício/do retrabalho" e a "redução dos custos" fatores que, em teoria, poderiam vir a contribuir para um "aumento nos lucros".

De uma forma global os benefícios descritos para as metodologias Lean e Seis Sigma (Cankovic et al., 2009; Graban, 2007; Gras & Philippe, 2007; Jairaman et al., 2017; Rutledge et al., 2010; Westgard et al., 2018) foram considerados obtidos pelos laboratórios que implementaram as metodologias, com particular destaque para a "redução na variabilidade dos processos", a "redução dos defeitos/não conformidades nos processos", "vantagem competitiva", "melhoria na qualidade dos resultados obtidos", "aumento da eficiência" e "redução do nível de *stocks*" no Seis Sigma e "aumento da eficiência", "redução da duração dos ciclos de trabalho", "aumento da produtividade", "redução do desperdício/do retrabalho", "redução /melhoria dos prazos de resposta", "melhoria dos *layouts*", "redução dos custos" e "melhoria da imagem" no Lean.

Quando ao grau de satisfação com a implementação das metodologias todos os laboratórios se mostraram satisfeitos com a mesma, no entanto não foi possível estabelecer uma relação entre o grau de satisfação e o número de ferramentas e técnicas implementadas, da mesma forma com o que ocorreu para o grau de dificuldade sentido na implementação das metodologias.

Quando se analisam as ferramentas e técnicas utilizadas pelos laboratórios é de estranhar, no caso da implementação de projetos Seis Sigma a falta de referência, por parte dos laboratórios, ao ciclo DMAIC, DMADV ou alguma variação destes, assim como a determinadas ferramentas da fase *Define* como o SIPOC ou *Project Charter*. A implementação desta metodologia pressupõe o seguimento de um destes ciclos, bem como de determinadas ferramentas para iniciar os projetos (Andersson et al., 2006; McCarty et al., 2004; Silva, 2013; Winters-Miner et al., 2015), pelo que a não utilização dos mesmos poderá, à partida, inviabilizar os resultados positivos pretendidos. Sendo o Seis Sigma uma metodologia que corresponde à capacidade de um processo produzir unidades dentro dos limites estabelecidos e que objetiva a redução na variabilidade dos processos (Andersson et al., 2006), torna-se indispensável perceber qual a capacidade atual de um processo para posterior introdução de melhorias, pelo que poderá também ser pouco coerente o facto de poucos laboratórios terem utilizado a análise de capacidade e de controlo estatístico de um processo.

Da análise às ferramentas e técnicas utilizadas na implementação da metodologia Lean por parte dos laboratórios é também de realçar que nem todos os laboratórios referem o mapeamento de fluxo. À semelhança da metodologia Seis Sigma, também o mapeamento do fluxo de valor se torna necessário para identificação de melhorias a implementar nos processos (Collins & Wiersma, 2008; Moraes et al., 2013).

É ainda de salientar que, para a metodologia Lean, as ferramentas mais implementadas correspondem a ferramentas específicas da metodologia, ao contrário do que se verifica para o Seis Sigma em que as ferramentas mais utilizadas pelos laboratórios são as ferramentas clássicas da qualidade, o que pode ir ao encontro dos graus de satisfação mais elevados terem sido atribuídos por 86% dos laboratórios que implementaram a metodologia Lean e apenas 60% dos laboratórios que implementaram a metodologia Seis Sigma.

Uma vez que o tecido empresarial português é caracterizado, essencialmente, por micro, pequenas e médias empresas que, apesar de constituírem um importante papel no desenvolvimento da economia (Instituto Nacional de Estatística I. P., 2018), debatem-se por vezes com algumas limitações inerentes à falta de recursos, a gestão mais tradicional e menor grau de desenvolvimento (Belokurows, Bortoluzzi, & Silva, 2017; Lima & Zoschke, 2007), o que poderá condicionar a necessidade de investimento inicial em formação, tempo e recursos humanos, inerentes à implementação das metodologias Lean e Seis Sigma.

Da análise dos dados obtidos com o presente estudo verificou-se que as maiores limitações à implementação de ambas as metodologias incidiram na falta de recursos humanos, indisponibilidade financeira e satisfação com os sistemas de gestão e qualidade e nível de qualidade já existentes, o que pode corroborar o descrito no anterior parágrafo. Também o facto de apenas 14% dos laboratórios da amostra não ser acreditado e/ou certificado poderá justificar a satisfação da maioria dos laboratórios com os sistemas de gestão e qualidade já implementados, não avançando para as metodologias Lean e/ou Seis Sigma.

## 6. Conclusão

### 6.1. Síntese

Da revisão bibliográfica deste trabalho de investigação parecem ser notórios os resultados positivos obtidos a nível da melhoria dos processos organizacionais com a implementação das metodologias Lean e Seis Sigma, tanto a nível empresarial na sua globalidade como a nível laboratorial, na medida em que ambas as metodologias promovem um aumento da eficiência, o Lean através da eliminação de desperdícios e o Seis Sigma através do controlo da variabilidade dos processos com redução no número de defeitos.

Tendo por base a população disponível neste estudo considera-se que a amostra é representativa da mesma face aos estratos obtidos a nível da acreditação/certificação e âmbito analítico dos laboratórios. De uma forma global a maioria dos laboratórios questionados não conhece as metodologias, tendo a implementação das mesmas ocorrido apenas em cerca de um décimo da amostra, o que parece ter limitado a análise a nível de alguns parâmetros, nomeadamente os indicadores de desempenho. É ainda de sabientar que o desconhecimento das metodologias Lean e Seis Sigma é superior a 50% nos laboratórios clínicos e de ensaios quando comparado com cerca de 10% nos laboratórios de calibração, podendo colocar-se a hipótese de alguma diferenciação desta área de negócio relativamente às restantes, nomeadamente a nível da relação com a área industrial.

Dos laboratórios que conhecem as metodologias não foi possível evidenciar que o maior ou menor grau de conhecimento das mesmas, com base no número de ferramentas ou técnicas conhecidas, influencie a pretensão de implementação das metodologias, no entanto, ficou perceptível que a falta de recursos humanos e a satisfação com os sistemas de gestão e qualidade eram fortes impactantes.

Concluiu-se que, à semelhança do referido na literatura, os laboratórios com as metodologias implementadas revelaram apresentar um maior número de funcionários e volume de negócios que os restantes laboratórios.

Dos laboratórios com as metodologias implementadas foi possível verificar que as ferramentas, técnicas e ciclos considerados essenciais para dar início à implementação das metodologias não foram consideradas na implementação por parte dos laboratórios, o que pode ter condicionado os resultados obtidos nos indicadores de desempenho. Verificou-se a falta de referência aos ciclos DMAIC, DMADV ou outro, bem como a algumas ferramentas como o SIPOC, *Project Charter*, análise de capacidade ou controlo estatístico do processo, essenciais para a implementação de projetos Seis Sigma. Já no Lean nem todos os laboratórios optaram pela utilização da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor. A

não utilização destas ferramentas e técnicas poderá inviabilizar os resultados positivos pretendidos, na medida em que se torna necessário perceber qual o estado atual de um processo para posterior introdução de melhorias.

Face ao descrito no parágrafo anterior e ao baixo número de laboratórios com as metodologias implementadas na amostra estudada verificou-se que a diferença das médias dos indicadores de desempenho, quando analisadas por indicador, dos laboratórios com uma das metodologias implementadas e dos laboratórios sem nenhuma metodologia implementada, apenas se revelou ser estatisticamente significativa para três dos oito indicadores estudados: "volume de negócios", "número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade" e "satisfação dos clientes". O facto de praticamente todos os laboratórios que implementaram as metodologias serem acreditados e/ou certificados poderá também condicionar a observação de resultados discrepantes nos indicadores de desempenho dos laboratórios com as metodologias implementadas na medida em que, como anteriormente referido, o cumprimento dos requisitos dos normativos já pressupõe bons resultados em alguns indicadores dado que implica um conjunto de ferramentas de medição de processos e qualidade que, quando já implementadas num laboratório, permitem uma maior facilidade de integração de melhorias.

No entanto, quando analisados na forma de variável agregada, os indicadores de desempenho corroboram o descrito na literatura, na medida em que os resultados de desempenho são superiores para os laboratórios que implementaram pelo menos uma das metodologias quando comparados com os laboratórios que não implementaram nenhuma.

O conjunto de laboratórios que implementou as metodologias Lean e Seis Sigma mostrou-se, de um modo geral, bastante satisfeito com a implementação, sendo o grau de satisfação superior no caso da metodologia Lean. Como benefícios mais obtidos foram referenciados o "aumento da eficiência", "redução da duração dos ciclos de trabalho", "aumento da produtividade" e "redução do desperdício/do retrabalho e redução dos custos", para a metodologia Lean, enquanto que na metodologia Seis Sigma se destacam a "redução na variabilidade dos processos", "a redução dos defeitos e não conformidades dos processos" e a "vantagem competitiva".

Como principal dificuldade na implementação das metodologias destacam-se, para ambas, a falta de recursos humanos, baixo interesse dos colaboradores nos projeto e mudança cultural e as dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas, ainda que cerca de 90% tenha classificado a implementação das metodologias como fácil ou muito fácil.

Considera-se assim que, na sua globalidade, foi possível dar cumprimento aos objetivos propostos, na medida em que foi possível caracterizar os laboratórios relativamente ao grau de conhecimento e

implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e avaliar o impacto das metodologias nos indicadores de desempenho.

## 6.2. Contributos do trabalho

Até à data, e como anteriormente referido, a literatura disponível a nível nacional centra-se maioritariamente na generalidade das empresas e em estudos individuais de aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma em laboratório, pelo que este estudo, de carácter mais abrangente a nível laboratorial, dá a conhecer o estado da arte a nível nacional e promove assim um maior conhecimento dos laboratórios sobre estas metodologias, desconhecidas por mais de metade da amostra, e que poderão constituir uma oportunidade de melhoria no setor.

Como objetivado, este estudo permitiu fazer uma caracterização do tecido laboratorial português ao nível da implementação das metodologias Lean e Seis Sigma, contribuindo para aumentar a produção de conhecimento neste domínio com informação relativa ao impacto da implementação das metodologias em diversos indicadores de desempenho, resultados e benefícios obtidos, e limitações ou dificuldades sentidas na implementação das mesmas.

Este estudo permitiu assim o levantamento e disponibilização de informação e verificação numa área sensível como a laboratorial na qual as melhorias, referidas pela literatura e globalmente corroboradas neste estudo, que poderão advir da implementação de metodologias Lean e Seis Sigma são importantes. Foi, desta forma, possível evidenciar a aplicação destas metodologias em laboratório.

O desenvolvimento desta investigação permitiu ainda contribuir com a construção de um instrumento de medida original passível de aplicação direta ou adaptação em trabalhos futuros no âmbito das metodologias Lean e Seis Sigma.

## 6.3. Limitações do estudo

Uma das limitações deste estudo de investigação poderá prender-se com a baixa taxa de resposta de 15%, mesmo contando com a colaboração da RELACRE – Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal na divulgação dos questionários e ainda que seja o previsto pelos autores Saunders et al. (2009) considerando a metodologia *survey* com aplicação de questionário (10 a 20%). De facto, a análise estatística de uma amostra tão pequena poderá não permitir evidenciar de alguns resultados.

Após a análise dos resultados verifica-se que o instrumento de recolha de dados poderia ser alvo de melhorias, de forma a ser possível relacionar de forma mais concreta a evolução de alguns indicadores de desempenho com os benefícios obtidos com a implementação das metodologias, como por exemplo,

impactos nos custos e lucros, bem como obter informação relativa à data de implementação das metodologias.

Este estudo se, por um lado, contribui com a abrangência para o conhecimento, por outro não beneficia da profundidade desejada.

#### 6.4. Sugestões para trabalhos futuros

De futuro sugere-se a elaboração de estudos de caso para os laboratórios com as metodologias Lean e/ou Seis Sigma implementadas a nível nacional, de forma a perceber com maior profundidade o formato de implementação das metodologias, vantagens e desvantagens, benefícios e dificuldades. Esta abordagem metodológica complementar permitiria uma análise mais descritiva, oferecendo uma perspetiva diferente e uma melhor compreensão do problema estudado. Esta sugestão vem no seguimento do referido na discussão de resultados sobre a não utilização de determinadas ferramentas consideradas necessárias na implementação das metodologias Lean e Seis Sigma.

Adicionalmente sugere-se a aplicação do mesmo estudo, utilizando o instrumento de recolha de dados desenvolvido ou uma adaptação do mesmo, numa amostra de laboratórios mais alargada.

## 7. Referências bibliográficas

- Agarwal, S., Gallo, J. J., Parashar, A., Agarwal, K. K., Ellis, S. G., Khot, U. N., ... Kapadia, S. R. (2016). Impact of lean six sigma process improvement methodology on cardiac catheterization laboratory efficiency. *Cardiovascular Revascularization Medicine*, 17(2), 95–101.
- Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *TQM Magazine*, 18(3), 282–296.
- Bauer, J. E., Duffy, G. L., & Westcott, R. (2006). *The Quality Improvement Handbook* (Second). ASQ Quality Press.
- Belokurows, F. C., Bortoluzzi, S. C., & Silva, P. M. L. da. (2017). Vantagens e Dificuldades na Gestão do Desempenho Organizacional: Percepção de Gestores de PMEs Brasileiras e Portuguesas. *Revista Gestão & Planejamento*, 18, 291–310.
- Berlitz, F. de A. (2011). Critical analysis of processes redesign experience in a clinical laboratory. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 47(3), 257–269.
- Brandão, H. P., Borges-Andrade, J. E., & Guimarães, T. de A. (2012). Desempenho organizacional e suas relações com competências gerenciais, suporte organizacional e treinamento. *Revista de Administração*, 47(4), 523–539.
- Buljanović, V., Patajac, H., & Petrovečki, M. (2011). Clinical laboratory as an economic model for business performance analysis. *Croatian Medical Journal*, 52(4), 513–519.
- Campos, J. (2012). Lean lab in action. *Medical Laboratory Observer*, 26–29.
- Cankovic, M., Varney, R. C., Whiteley, L., Brown, R., D'angelo, R., Chitale, D., & Zarbo, R. J. (2009). The Henry Ford Production System: LEAN Process Redesign Improves Service in the Molecular Diagnostic Laboratory A Paper from the 2008 William Beaumont Hospital Symposium on Molecular Pathology. *The Journal of Molecular Diagnostics*, 11, 390–399.
- Collins, J., & Wiersma, K. (2008). Lean Production Principles Can Apply in the Laboratory. *Clinical & Forensic Toxicology News*, 1–8.
- Damato, C., & Rickard, D. (2015). Using Lean-Six Sigma to reduce hemolysis in the emergency care center in a collaborative quality improvement project with the hospital laboratory. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 41(3), 99–107.
- Dave, D. K., Muruges, R., & Devadasan, S. R. (2015). Origin, principles and applications of Lean Six Sigma concept: extractions from literature arena. *International Journal of Services and Operations Management*, 22(2), 123.
- Dess, G. G., & Robinson, R. B. (1984). Measuring organizational performance in the absence of objective measures: The case of the privately-held firm and conglomerate business unit. *Strategic Management Journal*, 5(3), 265–273.
- El-hashmi, K. N., & Gnieber, O. K. (2014). Applying Process Capability Analysis in Measuring Clinical Laboratory Quality – A Six Sigma Project, (2002), 1780–1789.
- Elder, B. L. (2008). Six Sigma in the Microbiology Laboratory. *Clinical Microbiology Newsletter*, 30(19).
- Garikes, R. W. (2004). Lean lab design. *Medical Laboratory Observer*, 30–34.

- Gaspar, A., Faria, A., Requeijo, J., Correia, H., Cardoso, A., Brito, C., & Madureira, D. (2015). Aplicação do Seis Sigma na avaliação da inexatidão ( Bias ) dos resultados laboratoriais do parâmetro cortisol sérico , 2012-2014, 29-30.
- George, M. L. (2003). *Lean Six Sigma for Service : How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gonçalves, D. G. (2012). *Kaizen Lean em Laboratórios de Análises Clínicas*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Graban, M. (2007). Riverside Medical Center puts lean in the laboratory. *SME Lean Manufacturing*, 53-57.
- Gras, J. M., & Philippe, M. (2007). Application of the Six Sigma concept in clinical laboratories: A review. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 45(6), 789-796.
- Halwachs-Baumann, G. (2010). Concepts for lean laboratory organization. *Journal of Medical Biochemistry*, 29(4), 330-338.
- Hamilton, L. (2018). Lean , Lean Six Sigma , and the clinical laboratory. *Medical Laboratory Observer*, 50(2), 42-43.
- Havinga, M. M. (2018). Application of Lean Six Sigma Methodologies in the Laboratory to Drive a Reduction in Corrected Reports. *American Journal of Clinical Pathology*, 149(suppl\_1), S51-S52.
- Inal, T. C., Goruroglu Ozturk, O., Kibar, F., Cetiner, S., Matyar, S., Daglioglu, G., & Yaman, A. (2017). Lean six sigma methodologies improve clinical laboratory efficiency and reduce turnaround times. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 32(1), 1-5.
- Instituto Nacional de Estatística I. P. (2018). *Empresas em Portugal 2016. Estatísticas das Empresas 2016*.
- Instituto Português de Acreditação (IPAC). (2018). OGC001 - Guia Para a Aplicação da NP EN ISO/IEC 17025. *Instituto Português de Acreditação*. Instituto Português de Acreditação.
- International Organization for Standardization. (2015). NP EN ISO 9000:2015 - Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Instituto Português da Qualidade.
- International Organization for Standardization. (2015). NP EN ISO 9001:2015 - Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos de gestão da qualidade. Instituto Português da Qualidade.
- International Organization for Standardization. (2018). NP EN ISO/IEC 17025:2018 - Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração (ISO/IEC 17025:2017). Instituto Português da Qualidade.
- IPAC - Instituto Português de Acreditação. (2019). Obtido 24 de Novembro de 2019, de <http://www.ipac.pt/faqs/faqs.asp>
- Jairaman, J., Sakiman, Z., & Li, L. S. (2017). Sunway Medical Laboratory Quality Control Plans Based on Six Sigma, Risk Management and Uncertainty. *Clinics in Laboratory Medicine*, 37(1), 163-176.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Handbook* (Fifth). The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Klefsjo, B., Bergquist, B., & Edgeman, R. L. (2006). Six Sigma and Total Quality Management: different day, same soup? *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 2(2), 162.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4P's*. The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Lima, E. de O., & Zoschke, A. (2007). RELAÇÕES DOS DIRIGENTES E GESTÃO ESTRATÉGICA DE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DOI: 10.5585/rai. v4i2. 118. *RAI: revista de administração e Inovação*, 4(2), 150–164.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: A goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21(2), 193–203.
- Malacarne, K. (2018). *Modelo de gestão para laboratórios de análises clínicas: uma aplicação do Lean*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2002). *Técnicas de pesquisa* (5ª edição). São Paulo: Editora Atlas SA.
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5ª edição). São Paulo: Editora Atlas SA.
- McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L., & Praveen, G. (2004). *The Six Sigma Black Belt Handbook*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Montgomery, D. C., & Woodall, W. H. (2008). An overview of six sigma. *International Statistical Review*, 76(3), 329–346.
- Moraes, P. L., Fujisawa, M. O., Martins, M. F., & Portes, P. T. (2013). Impacto Positivo De Melhorias Implantadas Em Um Laboratório Físico-Químico Utilizando Coonceitos Lean Healthcare. Em *XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- Neto, D. A. C., Faria, A. C., & Silva, Í. B. (2015). Utilizando o pensamento enxuto em um laboratório de controle biológico. *Revista Eletrônica Gestão e Serviços*, 6(1), 1150–1169.
- Oliveira, P. M. F. (2013). *Simulação Didática em Lean Thinking*. Universidade de Aveiro.
- Passmore, C., Dobbie, A. E., Parchman, M., & Tysinger, J. (2002). Guidelines for constructing a survey. *Family Medicine*, 34(4), 281–286.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2014). *Análise de Dados para Ciências Sociais: a Complementaridade do SPSS* (6ª). Edições Sílabo.
- Reguengos, J., Faria, A., Miranda, A., Correia, H., & Cardoso, A. (2017). Six Sigma methodology application in the evaluation of the glucose results ( 2014–2016 ) obtained by the participant laboratories of Programa Nacional de Avaliação Externa da Qualidade ( PNAEQ ) (Vol. 6, p. 2017).
- Rutledge, J., Xu, M., & Simpson, J. (2010). Application of the Toyota Production System improves core laboratory operations. *American Journal of Clinical Pathology*, 133(1), 24–31.
- Santos, J. P. P. B. (2014). *METODOLOGIA LEAN EM LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS*. Universidade do Porto.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students. Research methods for business students* (Fifth edit). FT Prentice Hall.
- Schmidt, R. L., & Pearson, L. N. (2019). Quality control optimization part II: A method to optimize the accuracy of laboratory quality control. *Clinica Chimica Acta*, 495(December 2018), 233–238.
- Sciacovelli, L., Aita, A., & Plebani, M. (2017). Extra-analytical quality indicators and laboratory performances. *Clinical Biochemistry*, 50(10–11), 632–637.
- Sciacovelli, L., Lippi, G., Sumarac, Z., del Pino Castro, I. G., Ivanov, A., De Guire, V., ... Plebani, M. (2019). Pre-analytical quality indicators in laboratory medicine: Performance of laboratories participating in the

- IFCC working group "Laboratory Errors and Patient Safety" project. *Clinica Chimica Acta*, 497(July), 35–40.
- Silva, R. C. e. (2013). *Seis Sigma na Avaliação Externa da Qualidade em Laboratórios Clínicos*. Universidade Nova de Lisboa.
- Stankovic, A. K., & DiLauri, E. (2008). Quality Improvements in the Preanalytical Phase: Focus on Urine Specimen Workflow. *Clinics in Laboratory Medicine*, 28(2), 339–350.
- Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox* (Second). ASQ Quality Press.
- Veltman, K. H. (2006). *Understanding New Media: Augmented Knowledge & Culture*. Calgary: University of Calgary Press.
- Venkatraman, N., & Ramanujam, V. (1986). Measurement of Business Performance in Strategy Research: A Comparison of Approaches. *Academy of Management Review*, 11(4), 801–814.
- Westcott, R. T. (2013). *The Certified Manager of Quality/Organizational Excellence Handbook* (Fourth). ASQ Quality Press.
- Westcott, R. T., & Duffy, G. L. (2014). *The Certified Quality Improvement Associate Handbook* (Third). ASQ Quality Press.
- Westgard, S., Bayat, H., & Westgard, J. O. (2018). Analytical Sigma metrics: A review of Six Sigma implementation tools for medical laboratories. *Biochemia Medica*, 28(2), 1–12.
- Winters–Miner, L. A., Bolding, P. S., Hilbe, J. M., Goldstein, M., Hill, T., Nisbet, R., ... Miner, G. D. (2015). Root Cause Analysis, Six Sigma, and Overall Quality Control and Lean Concepts. Em *Practical Predictive Analytics and Decisioning Systems for Medicine* (pp. 143–164). Elsevier Inc.
- Womack, J. P., Jones, D. T. (2003) *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press.
- Womack J. P., Jones D. T., Roos D. (2007) *The machine that changed the world*. London: Simon & Schuster.
- Xia, Y., Xue, H., Yan, C., Li, B., Zhang, S., Li, M., & Ji, L. (2018). Risk analysis and assessment based on Sigma metrics and intended use. *Biochemia Medica*, 28(2), 9.
- Zayko, M. (2007). *Uma Visão Sistemática dos Princípios Lean: Reflexão após 16 Anos de Pensamento & Aprendizagem Lean*.

## 8. Apêndices

### Apêndice 1

# Metodologias Lean e Seis Sigma e desempenho organizacional: um estudo em laboratórios portugueses

Este questionário insere-se numa dissertação do Mestrado em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico do Porto que tem como objetivo o diagnóstico dos laboratórios portugueses relativamente ao grau de implementação das metodologias Lean e Seis Sigma e a avaliação do impacto destas metodologias no desempenho organizacional. Este questionário é anónimo e encontra-se dividido em 3 grupos: A - Dados gerais da empresa, B - Lean e C - Seis Sigma. Desde já agradecemos a disponibilidade e colaboração no seu preenchimento e solicitamos que preencha os campos e selecione as opções mais adequadas ao laboratório.

\* Required



**ESCOLA  
SUPERIOR  
DE TECNOLOGIA  
E GESTÃO**

**Com o apoio**



*Skip to question 1.*

**Grupo A - Dados gerais da empresa**

**1. Em que região se localiza o laboratório? \****Mark only one oval.*

- Trás-os-Montes e Alto Douro
- Minho
- Douro Litoral
- Beira Litoral
- Beira Alta e Beira Baixa
- Ribatejo
- Estremadura
- Alentejo
- Algarve
- Região Autónoma dos Açores
- Região Autónoma da Madeira

**2. Qual(is) o(s) âmbito(s) analítico(s) / sector(es) de atividade do laboratório? \****Check all that apply.*

- Laboratório clínico - medicina humana ou veterinária
- Laboratório de calibração
- Laboratório de ensaios - áreas alimentar e agro-alimentar, médica e farmacêutica, cosmética, produtos químicos, ambiental e efluentes
- Laboratório de ensaios - áreas de materiais, construção, equipamentos, maquinaria, combustíveis, radiações, acústica, vibrações e tecnologia

**3. Qual a dimensão do laboratório (número de funcionários)? \****Mark only one oval.*

- 1 a 10
- 11 a 30
- 31 a 50
- 51 a 100
- 100 a 250
- Mais de 250

**4. O laboratório encontra-se inserido numa estrutura empresarial maior? \****Mark only one oval.*

- Sim
- Não

**5. Qual o volume de negócios anual do laboratório? \****Mark only one oval.*

- Menos de 1 milhão de euros
- 1 a 2 milhões de euros
- 2 a 10 milhões de euros
- 10 a 50 milhões de euros
- Mais de 50 milhões de euros
- Não sabe / não responde

**6. Nos últimos 3 anos (2017-2019), qual foi a evolução da sua empresa relativamente a cada um dos seguintes indicadores de desempenho? \****Mark only one oval per row.*

|   | Diminuiu muito        | Diminuiu              | Manteve-se            | Aumentou              | Aumentou muito        |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de trabalhadores                                   | <input type="radio"/> |
| Volume de negócios  | <input type="radio"/> |
| Quota de mercado  | <input type="radio"/> |
| Desempenho obtido no controlo de qualidade                | <input type="radio"/> |
| Número de ferramentas utilizadas no controlo de qualidade | <input type="radio"/> |
| Prazos de resposta  | <input type="radio"/> |
| Satisfação dos clientes                                   | <input type="radio"/> |
| Motivação do pessoal                                      | <input type="radio"/> |

**7. O laboratório é acreditado e/ou certificado segundo algum dos seguintes referenciais normativos? \****Check all that apply.*

- ISO 17025
- ISO 15189
- ISO 9001
- Não é acreditado e/ou certificado
- Other: \_\_\_\_\_

**8. Qual a sua função no laboratório? \****Check all that apply.*

- Gestor(a)
- Responsável da Qualidade
- Responsável de Laboratório
- Other: \_\_\_\_\_

*Skip to question 9.***Grupo B - Lean**

**9. Qual o seu nível de conhecimento sobre a metodologia Lean (pensamento enxuto)? \****Mark only one oval.*

- Não conheço *Skip to question 21.*
- Conheço mas nunca apliquei *Skip to question 10.*
- Conheço e apliquei no laboratório *Skip to question 13.*

**Grupo B.2 - Lean****10. Quais as técnicas/ferramentas Lean que conhece? \****Check all that apply.*

- 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)
- 5W2H
- Automação (jidoka)
- Balanceamento da produção
- Diagrama de Spaghetti
- Gemba
- Gestão visual
- Heijunka / Nivelamento da produção
- Kanban
- Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance)
- Mapeamento do fluxo/cadeia de valor (VSM – Value Stream Mapping)
- Mizusumashi / Operador de abastecimento interno
- MRP (Material Requirement Planning) / Gestão de stocks
- One piece flow
- Organização de pessoas / layouts em células de trabalho
- Poka-Yoke
- Sistema Pull
- SMED (Single Minute Exchange of Die)
- Trabalho padronizado
- Other: \_\_\_\_\_

**11. Quais os motivos que levaram à não implementação da metodologia Lean no laboratório? \****Check all that apply.*

- Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas
- Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas
- Satisfação com os sistemas de gestão e qualidade já existentes
- Satisfação com o nível de qualidade já existente
- Falta de recursos humanos
- Indisponibilidade financeira
- Other: \_\_\_\_\_

**12. Pretende vir a implementar a metodologia Lean no laboratório nos próximos 3 anos? \****Mark only one oval.*

- Sim
- Muito provável
- Provável
- Pouco provável
- Não

*Skip to question 21.***Grupo B.3 - Lean****13. Em que área(s)/processo(s) implementou as técnicas/ferramentas Lean no laboratório? \***


---

**14. Quais as ferramentas e técnicas que utilizou na implementação da metodologia Lean no laboratório? \****Check all that apply.*

- 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)
- 5W2H
- Automação (jidoka)
- Balanceamento da produção
- Diagrama de Spaghetti
- Gemba
- Gestão visual
- Heijunka / Nivelamento da produção
- Kanban
- Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance)
- Mapeamento do fluxo/cadeia de valor (VSM – Value Stream Mapping)
- Mizusumashi / Operador de abastecimento interno
- MRP (Material Requirement Planning) / Gestão de stocks
- One piece flow
- Organização de pessoas / layouts em células de trabalho
- Poka-Yoke
- Sistema Pull
- SMED (Single Minute Exchange of Die)
- Trabalho padronizado
- Other: \_\_\_\_\_

**15. Qual o grau de satisfação com a implementação da metodologia Lean no laboratório? \****Mark only one oval.*

- 1      2      3      4      5
- 
- Nada satisfeito                  Muito satisfeito

**16. Quais os principais benefícios obtidos com a implementação da metodologia Lean? \****Mark only one oval per row.*

|  | Nada obtido           | Pouco obtido          | Obtido                | Muito obtido          | Extremamente obtido   |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Aumento da eficiência                                  | <input type="radio"/> |
| Aumento da produtividade                               | <input type="radio"/> |
| Redução da duração dos ciclos de trabalho              | <input type="radio"/> |
| Redução / melhoria dos prazos de resposta              | <input type="radio"/> |
| Redução na variabilidade dos processos                 | <input type="radio"/> |
| Redução dos defeitos / não conformidades nos processos | <input type="radio"/> |
| Redução do desperdício / do retrabalho                 | <input type="radio"/> |
| Redução do nível de stocks                             | <input type="radio"/> |
| Melhoria dos Layouts                                   | <input type="radio"/> |
| Melhoria na qualidade dos resultados analíticos        | <input type="radio"/> |
| Aumento da taxa de satisfação dos clientes             | <input type="radio"/> |
| Aumento da satisfação dos funcionários                 | <input type="radio"/> |
| Redução de custos                                      | <input type="radio"/> |
| Aumento dos lucros                                     | <input type="radio"/> |
| Melhoria da imagem                                     | <input type="radio"/> |
| Vantagem competitiva                                   | <input type="radio"/> |

**17. Se houve algum outro benefício ou motivação, por favor, descreva aqui:**


---

**18. Relativamente ao grau de dificuldade, como considera a implementação da metodologia Lean? \****Mark only one oval.*

|            | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                    |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Nada fácil | <input type="radio"/> | Extremamente fácil |

**19. Considerando os itens abaixo qual o grau de dificuldade / limitação sentido na implementação da metodologia Lean no laboratório? \***

*Mark only one oval per row.*

|  | Nada sentido          | Pouco sentido         | Sentido               | Muito sentido         | Extremamente sentido  |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Custos elevados  | <input type="radio"/> |
| Falta de recursos humanos  | <input type="radio"/> |
| Baixo envolvimento da Gestão de Laboratório                                    | <input type="radio"/> |
| Baixo interesse e envolvimento dos colaboradores no projeto e mudança cultural | <input type="radio"/> |
| Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas             | <input type="radio"/> |

**20. Se houve alguma outra dificuldade / limitação, por favor, descreva aqui:**

---

*Skip to question 21.*

## Grupo C - Seis Sigma

**21. Qual o seu nível de conhecimento sobre a metodologia Seis Sigma? \***

*Mark only one oval.*

- Não conheço *Skip to question 35.*
- Conheço mas nunca apliquei *Skip to question 22.*
- Conheço e apliquei no laboratório *Skip to question 25.*

## Grupo C.2 - Seis Sigma

**22. Quais as técnicas/ferramentas Seis Sigma que conhece? \****Check all that apply.*

- 5W2H
- Análise de Capacidade
- Árvore dos CTQ's (Critical to Quality)
- Brainstorming
- Cartas de Controlo
- Deployment Diagram
- Diagrama de Afinidades
- Diagrama de Dispersão
- Diagrama de Gantt
- Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Causa e Efeito / Diagrama Espinha de peixe)
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Relações
- DMADV (Define, Measure, Analyze, Design e Verify - Definição, Medição, Análise, Desenho, Verificação)
- DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control – Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo)
- Fluxogramas
- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)
- Folhas de Verificação (Checklist)
- Histogramas
- Métricas Seis Sigma
- Project charter
- QFD (Quality Function Deployment)
- Sigma Method Decision Chart
- SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Customers – Fornecedor, entrada, processo, saída, Cliente)
- SPC (Statistical Process Control – Controlo Estatístico do Processo)
- Other: \_\_\_\_\_

**23. Quais os motivos que levaram à não implementação da metodologia Seis Sigma no laboratório? \****Check all that apply.*

- Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas
- Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas
- Satisfação com os sistemas de gestão e qualidade já existentes
- Satisfação com o nível de qualidade já existente
- Falta de recursos humanos
- Indisponibilidade financeira
- Other: \_\_\_\_\_

24. Pretende vir a implementar a metodologia Lean no laboratório nos próximos 3 anos? \*

Mark only one oval.

- Sim
- Muito provável
- Provável
- Pouco provável
- Não

Skip to question 35.

## Grupo C.3 - Seis Sigma

25. Em que área(s)/processo(s) implementou as técnicas / ferramentas Seis Sigma no laboratório? \*

---

---

---

---

---

26. Qual o nível sigma do processo antes do início da aplicação da metodologia Seis Sigma? \*

\*

Em caso de vários projetos indique o nível sigma para cada um deles

---

---

---

---

---

27. Qual o nível sigma do processo após a aplicação da metodologia Seis Sigma? \*

Em caso de vários projetos indique o nível sigma para cada um deles

---

---

---

---

---

**28. Quais os ciclos, ferramentas e técnicas que utilizou na implementação da metodologia Seis Sigma no laboratório? \***

*Check all that apply.*

- 5W2H
- Análise de Capacidade
- Árvore dos CTQ's (Critical to Quality)
- Brainstorming
- Cartas de Controlo
- Deployment Diagram
- Diagrama de Afinidades
- Diagrama de Dispersão
- Diagrama de Gantt
- Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Causa e Efeito / Diagrama Espinha de peixe)
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Relações
- DMADV (Define, Measure, Analyze, Design e Verify - Definição, Medição, Análise, Desenho, Verificação)
- DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control – Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo)
- Fluxogramas
- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)
- Folhas de Verificação (Checklist)
- Histogramas
- Métricas Seis Sigma
- Project charter
- QFD (Quality Function Deployment)
- Sigma Method Decision Chart
- SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Costumers – Fornecedor, entrada, processo, saída, Cliente)
- SPC (Statistical Process Control – Controlo Estatístico do Processo)
- Other: \_\_\_\_\_

**29. Qual o grau de satisfação com a implementação da metodologia Seis Sigma no laboratório? \***

*Mark only one oval.*

|                 | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                  |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Nada satisfeito | <input type="radio"/> | Muito satisfeito |

**30. Quais os benefícios / resultados obtidos com a implementação da metodologia Seis Sigma? \***

*Mark only one oval per row.*

|  | Nada obtido           | Pouco obtido          | Obtido                | Muito obtido          | Extremamente obtido   |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Aumento da eficiência                                  | <input type="radio"/> |
| Aumento da produtividade                               | <input type="radio"/> |
| Redução da duração dos ciclos de trabalho              | <input type="radio"/> |
| Redução / melhoria dos prazos de resposta              | <input type="radio"/> |
| Redução na variabilidade dos processos                 | <input type="radio"/> |
| Redução dos defeitos / não conformidades nos processos | <input type="radio"/> |
| Redução do desperdício / do retrabalho                 | <input type="radio"/> |
| Redução do nível de stocks                             | <input type="radio"/> |
| Melhoria dos Layouts                                   | <input type="radio"/> |
| Melhoria na qualidade dos resultados analíticos        | <input type="radio"/> |
| Aumento da taxa de satisfação dos clientes             | <input type="radio"/> |
| Aumento da satisfação dos funcionários                 | <input type="radio"/> |
| Redução de custos                                      | <input type="radio"/> |
| Aumento dos lucros                                     | <input type="radio"/> |
| Melhoria da imagem                                     | <input type="radio"/> |
| Vantagem competitiva                                   | <input type="radio"/> |

**31. Se houve algum outro benefício ou motivação, por favor, descreva aqui:**

\_\_\_\_\_

**32. Relativamente ao grau de dificuldade, como considera a implementação da metodologia Seis Sigma? \***

*Mark only one oval.*

|            | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                    |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Nada fácil | <input type="radio"/> | Extremamente fácil |

**33. Considerando os itens abaixo qual o grau de dificuldade / limitação sentido na implementação da metodologia Seis Sigma no laboratório? \***

*Mark only one oval per row.*

|  | Nada sentido          | Pouco sentido         | Sentido               | Muito sentido         | Extremamente sentido  |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Custos elevados  | <input type="radio"/> |
| Falta de recursos humanos  | <input type="radio"/> |
| Baixo envolvimento da Gestão de Laboratório                                    | <input type="radio"/> |
| Baixo interesse e envolvimento dos colaboradores no projeto e mudança cultural | <input type="radio"/> |
| Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas             | <input type="radio"/> |

**34. Se houve alguma outra dificuldade / limitação, por favor, descreva aqui:**

---

*Skip to question 35.*

## Resultados de investigação

**35. Pretende receber o resultado desta investigação?**

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

**36. Se respondeu "Sim" na questão anterior, por favor, indique o seu email**

---

Powered by



## Apêndice 2

| Ferramentas/técnicas Lean   | Nº de laboratórios que as implementou |
|---|---------------------------------------|
| <i>5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)</i>                  | 10                                    |
| Gestão visual   | 7                                     |
| Mapeamento do fluxo/cadeia de valor (VSM)                             | 7                                     |
| Trabalho padronizado  | 7                                     |
| <i>Gemba</i>  | 5                                     |
| Diagrama de spaghetti   | 4                                     |
| <i>Kanban</i>   | 4                                     |
| Organização de pessoas/ <i>layouts</i> em células de trabalho         | 4                                     |
| <i>Heijunka</i> /Nivelamento da produção                              | 3                                     |
| MRP ( <i>Material Requirement Planning</i> )/ Gestão de <i>stocks</i> | 3                                     |
| <i>Poka-Yoke</i>  | 3                                     |
| SMED ( <i>Single Minute Exchange of Die</i> )                         | 3                                     |
| 5W2H  | 2                                     |
| Automação ( <i>jidoka</i> )   | 2                                     |
| Balanceamento da produção   | 2                                     |
| Mizusumashi/Operador de abastecimento interno                         | 2                                     |
| Sistema <i>pull</i>   | 2                                     |
| Manutenção produtiva total  | 1                                     |
| <i>One piece flow</i>   | 1                                     |

Tabela - Ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Lean (completa)

### Apêndice 3

| Ferramentas/técnicas Seis Sigma                               | Nº de laboratórios que as implementou |
|---|---------------------------------------|
| Brainstorming   | 7                                     |
| Cartas de controlo  | 7                                     |
| Fluxogramas   | 7                                     |
| Diagrama de Ishikawa  | 5                                     |
| Diagrama de Pareto  | 5                                     |
| DMAIC (Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo)      | 5                                     |
| Folhas de verificação   | 5                                     |
| Diagrama de Gantt   | 4                                     |
| Histogramas   | 4                                     |
| Métricas Seis Sigma   | 4                                     |
| Sigma Method Decision Chart                                   | 3                                     |
| 5W2H  | 2                                     |
| Análise de Capacidades  | 2                                     |
| Árvore dos CTQ's  | 2                                     |
| Diagrama de Dispersão   | 2                                     |
| FMEA ( <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> )             | 2                                     |
| SPC ( <i>Statistical Process Control</i> )                    | 2                                     |
| Diagrama de Afinidades  | 1                                     |
| SIPOC ( <i>Suppliers, Input, Process, Output, Customers</i> ) | 1                                     |
| Power Function Graph (avaliado como Outro)                    | 1                                     |
| <i>Deployment Diagram</i>                                     | 0                                     |
| Diagrama de Relações  | 0                                     |
| DMADV (Define, Measure, Analyse, Design, Verify)              | 0                                     |
| Project Charter   | 0                                     |
| QFD ( <i>Quality Function Deployment</i> )                    | 0                                     |

Tabela - Ferramentas/técnicas utilizadas pelos laboratórios na implementação da metodologia Seis Sigma (completa)