Universidades Lusíada

Costa, José Nuno Faria

Lean nos serviços escolares : estudo de caso

http://hdl.handle.net/11067/3301

Metadados

Data de Publicação 2016

Resumo A crise económica que afetou vários países, inclusive Portugal, levou à tomada de medidas que visavam reduzir ao máximo as despesas do Estado com vários organismos quer públicos quer privados. Em Portugal, uma das formas que o Governo encontrou para reduzir as despesas foi a realização de um corte nas verbas atribuídas ao setor privado da educação. Embora a adoção destas medidas tenha permitido uma redução significativa nas despesas com a educação, provocou também o encerramento de várias escol...

The economic crisis that has affected several countries, including Portugal, led to the adoption of measures that aimed at reducing the maximum state expenses with various organizations both public and private. In Portugal, one of the ways that the government found to reduce expenses was the realization of a cut in the funds allocated to the private sector of education. Although the adoption of these measures has allowed a significant reduction in the waste of money on sectors like education, a...

Palavras Chave Pensamento Lean, Trabalho padronizado, Produção em Massa

Tipo masterThesis

Revisão de Pares Não

Coleções [ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-10-12T04:14:19Z com informação proveniente do Repositório

UNIVERSIDADE LUSÍADA DE VILA NOVA DE FAMALICÃO

Lean nos serviços escolares –Estudo de caso

José Nuno Faria Costa

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Indústrial

Vila Nova de Famalicão - 2016

UNIVERSIDADE LUSÍADA DE VILA NOVA DE FAMALICÃO

Lean nos serviços escolares –Estudo de caso

José Nuno Faria Costa

Trabalho sob Orientação

Professora Doutora Ângela Maria Esteves da Silva

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Indústrial

Vila Nova de Famalicão – 2016

Índice

Agradecimentos iii

Resumo iv

Abstract vi

Índice de Figuras vii

Índice de Tabelas viii

Lista de Abreviaturas ix

1. Introdução 1

1.1 Objetivos 1

1.2 Metodologia 1

1.3 Estrutura da dissertação 2

2. Revisão de Literatura 3

2.1 Produção Lean 4

2.1.1 Desperdício na indústria 5

2.1.2 Princípios Fundamentais Lean 7

2.1.3 Ferramentas Lean 8

2.2 Lean nos serviços 13

2.2.1 Casos de Sucesso 18

2.3 Lean no transporte 22

2.3.1 Processo de melhoria de layouts 25

2.3.2 Métodos de otimização aplicados aos transportes de mercadorias/pessoas 27

3. Estudo de Caso 33

3.1 Cooperativa de Ensino 33

3.1.1 Refeitórios 34

3.1.2 Transporte 36

3.2 Análise da situação atual e propostas de melhoria 38

3.2.1 Refeitórios 38

3.2.2 Transporte 42

4. Conclusão 56

5. Referências bibliográficas 57

Anexo I - Custos afetos ao serviço de transporte e cantina (2014) 60

Anexo II – Distância percorrida e gastos em combustível por veículo 61

Anexo III – Planta do refeitório (rés -do- chão) 62

Anexo IV - Planta do refeitório (1º andar) 63

Anexo V – Número de alunos por freguesia 64

Anexo VI – Coordenadas UTMZ das freguesias 65

Anexo VII - Coordenadas UTMZ das freguesias em quilometros 66

Agradecimentos

Aos meus pais por todo o apoio incondicional que têm demonstrado ao longo de todo este período.

À minha orientadora professora Ângela Silva, por toda a disponibilidade e sugestões dadas para realização desta dissertação.

Aos meus amigos pela paciência, motivação e ajuda que me deram e continuam a dar.

Resumo

A crise económica que afetou vários países, inclusive Portugal, levou à tomada de medidas que visavam reduzir ao máximo as despesas do Estado com vários organismos quer públicos quer privados. Em Portugal, uma das formas que o Governo encontrou para reduzir as despesas foi a realização de um corte nas verbas atribuídas ao setor privado da educação.

Embora a adoção destas medidas tenha permitido uma redução significativa nas despesas com a educação, provocou também o encerramento de várias escolas privadas em regiões remotas, levando à transferência dos seus alunos para as escolas públicas mais próximas. Outras escolas privadas foram obrigadas a rever toda a sua política de gastos e a encontrarem formas de equilibrar os seus orçamentos, de modo a conseguirem subsistir sem os apoios do Estado.

Este projeto foi realizado com o objetivo de contribuir para a redução dos desperdícios/custos nos serviços de educação numa escola privada. Para isso, efetuou-se um estudo relativamente a alguns serviços comuns a escolas públicas e privadas e analisou-se de que forma os mesmos, poderiam beneficiar com a aplicação da filosofia *lean*. Foram propostas medidas para melhorar o serviço de transportes e o processo de produção de refeições numa determinada escola.

O estudo de caso realizado demonstra que é possível melhorar os processos de limpeza e o *layout* de uma cantina, por forma a tornar o processo mais fácil e menos longo. Esta poupança poderá reduzir o tempo das tarefas deixando os colaboradores disponíveis para a realização de outras tarefas dentro do refeitório escolar.

Relativamente ao serviço de transporte, a utilização do método centro de gravidade permitiu reduzir o número de paragens, de 44 locais para apenas 10, diminuindo assim a distância percorrida pelos autocarros da instituição.

A utilização deste método permite uma poupança de cerca de 4 976,16€/ano, salvaguardado, no entanto, o transporte dos mesmos alunos que utilizavam este serviço anteriormente. Verificou-se ainda que a uniformização dos horários em conjunto com o método centro de gravidade permitirá uma maior poupança para a escola de aproximadamente 40 762,76€.

Abstract

The economic crisis that has affected several countries, including Portugal, led to the adoption of measures that aimed at reducing the maximum state expenses with various organizations both public and private. In Portugal, one of the ways that the government found to reduce expenses was the realization of a cut in the funds allocated to the private sector of education.

Although the adoption of these measures has allowed a significant reduction in the waste of money on sectors like education, also caused the closure of several private schools in remote areas, leading to the transfer of students who used to study on those schools to nearby public schools. Other private schools have been forced to review all there spending policy and to find ways to balance their budgets in order to subsist without the state aid.

The main purpose of this project is reduction of waste / costs in education services. For this, we performed a study about some services that are usually offered by public and private schools and analyzed how these services could benefit from the application of the lean philosophy. Measures have been proposed to improve the transport service and meal production process in a private school.

The study case shows that it is possible to optimize the cleaning process by optimizing the layout of a canteen in order to make the process easier and less longer. This savings can reduce the time of the tasks letting employees available to perform other tasks within the school cafeteria.

For the transport service, using the center of gravity method it was possible to reduce the number of stops by buses from 44 to only 10 stops, the distance between the bus stop and the school location was also reduced.

Using the above method, it was possible to save 4 976.16 €/year without losing any of the students that used this service before. Also, the standardization of schedule with the aid of the previous center of gravity method, will allow a greater saving to the school about 40 762,76€

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Princípios Fundamentais da Filosofia Lean 7

Figura 2.2 - Ferramentas Lean (FONTE: http://www.bexcellence.org/Lean - manufacturing.html) 9

Figura 2.3 - Princípios 5S 10

Figura 2.4 - Tipos de prevenção de defeitos 13

Figura 2.5 Modelo de adoção da Filosofia Lean (Abdi Shavarini & Hoseini, 2006)..... 17

Figura 2.6 - Tipos modelos análise, segundo o tipo de dados 29

Figura 3.7 - Custos associados ao serviço de transporte referentes ao ano 2014 (Anexo I) 37

Figura 3.8 - Classificação por zona da cantina do rés-do-chão 38

Figura 3.9 - Layout proposto para a zona 1 39

Figura 3.10 – Novo conjunto de processos de limpeza de tabuleiros 40

Figura 3.11 - Mapa da distribuição das localidades que usufruem do serviço de localização. 43

Figura 3.12 – Localização das freguesias abrangidas pelo serviço de transporte segundo coordenadas UTM (Anexo VII) 44

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 -Localização ideal no intervalo horizontal [0 Km; 4 Km [..... 45

Tabela 3.2 - Localização ideal no intervalo horizontal [4 Km; 8 Km [..... 45

Tabela 3.3 - Localização ideal no intervalo horizontal [8 Km; 12 Km [..... 46

Tabela 3.4 - Localização ideal no intervalo horizontal [0 Km; 4 Km [..... 46

Tabela 3.5 - Localização ideal no intervalo horizontal [4 Km; 8 Km [..... 47

Tabela 3.6 - Localização ideal no intervalo horizontal] -4 Km; 0 Km [..... 47

Tabela 3.7 - Localização ideal no intervalo horizontal] -8 Km; -4 Km]..... 47

Tabela 3.8 - Localização ideal no intervalo horizontal] -12 Km; -8 Km [..... 48

Tabela 3.9 - Localização ideal no intervalo horizontal] --4 Km; -0 Km [..... 48

Tabela 3.10 - Localização ideal no intervalo horizontal] --8 Km; -4Km]..... 49

Tabela 3.11 - Resumo da aplicação do método centro de gravidade no serviço de transporte 50

Tabela 3.12 -Distribuição dos autocarros por ponto ideal..... 51

Tabela 3.13 - Total de Km percorridos por ano 52

Tabela 3.14 - Total de Km percorridos por ano 54

Tabela 3.15 - Resumo dos métodos aplicados e das respetivas poupanças..... 54

Lista de Abreviaturas

Km - Quilómetros

M.I.T – (*Massachusetts Institute of Technology)* Instituto de Tecnologia de Massachusetts

SWA – *SouthWest Airlines*

TPS - Toyota Production System

1. Introdução

Devido à crise que se faz sentir por toda a Europa, uma política que seja capaz de reduzir custos e/ou diminuir desperdícios é sempre bem recebida (Maia et al. 2011).

O aparecimento da filosofia *Lean* em 1990 no livro "A máquina que mudou o mundo" (Womack et al. 1991) deu a conhecer uma nova metodologia de produção que permite a eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua dos processos.

1.1 Objetivos

Este projeto pretende explorar a aplicação da filosofia *lean* no setor dos serviços, por forma a reduzir o desperdício e melhorar os serviços continuamente. Mais propriamente este projeto está relacionado com a melhoria do serviço de alimentação e do serviço de transporte prestados por um instituto de ensino público-privado situado na zona norte.

Com a realização desta dissertação, pretende-se reduzir os desperdícios, utilizando a filosofia *lean*. O facto de os serviços visados neste estudo serem comuns em várias escolas portuguesas, permite que as soluções propostas nesta dissertação, mediante algumas alterações, possam ser também aplicadas aos mesmos serviços noutras instituições de ensino.

1.2 Metodologia

A primeira parte deste estudo aborda conceitos teóricos relacionados com a filosofia *lean* e todos os princípios que ela aborda.

Foi também estudada a aplicação dessa mesma filosofia no setor dos serviços, mais especificamente, no setor dos transportes e serviços alimentares, e de que forma estes beneficiariam com esta medida. São ainda apresentados diversos casos de sucesso da

aplicação da filosofia *lean* no setor dos serviços, sendo feita uma posterior análise dos mesmos.

Posteriormente, foi desenvolvido um estudo de caso, onde são elaboradas algumas sugestões para melhorar o serviço de alimentação e de transporte fornecido pelo instituto de educação em questão.

Para a realização do estudo de caso, foi feito um pedido formal de dados necessários ao instituto público-privado de ensino. Os dados solicitados foram fornecidos pela entidade, no entanto, a pedido da mesma não será revelado o nome nem a sua localização.

1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada em 4 capítulos e subcapítulos, sendo que o primeiro capítulo corresponde à introdução do trabalho, o segundo capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre a filosofia *lean* e a sua aplicação ao setor dos serviços e transportes, o terceiro capítulo descreve o estudo caso, onde são apresentados os desperdícios encontrados e as possíveis soluções a adaptar e, finalmente, o quarto e último capítulo apresenta as conclusões do estudo.

Para que este estudo fosse possível foram consultados vários artigos científicos relacionados com o tema do trabalho.

2. Revisão de Literatura

No século XX, Henry Ford, inventor de uma prestigiada marca de automóveis, a Ford, criou para as suas empresas uma teoria que tinha por base a produção em larga escala de produtos padronizados através de linhas de montagem. Tal teoria ficou conhecida como "produção em massa" e foi aplicada particularmente na produção do modelo Ford T. Os resultados obtidos permitiam altas taxas de produção por trabalhador e, ao mesmo tempo, possibilitavam produtos a baixos preços. Por esta razão, a metodologia da produção em massa foi adaptada por quase toda a indústria no século XX (Womack et al. 1991).

Depois da 2ª Guerra Mundial, Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, entre outros colaboradores da Toyota, desenvolveram um novo sistema de produção que tinha como objetivo aumentar produtividade e eliminar continuamente os desperdícios. Este sistema ficou a ser conhecido como *Toyota Production System* (TPS).

A produção "enxuta" (do original em inglês, "*Lean"*) foi o termo aplicado pelo investigador John Krafcik para definir este novo sistema de produção criado pela Toyota. Este sistema tinha como principais vantagens, face aos anteriores modelos, o facto de ser muito mais rentável, flexível, ágil e inovador, um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. (Womack et al. 1991)

De acordo com Womack P. James *et al.* (1991), o *Lean Production* é um sistema inovador que relaciona as vantagens do sistema artesanal com as vantagens do sistema de produção em massa, removendo, se possível, o desperdício existente num processo de fabrico.

Atualmente, a aplicação da filosofia *lean*, que inicialmente estava apenas confinado às indústrias, tem vindo a expandir-se por vários setores da economia global. Um exemplo dessa aplicação é o setor dos serviços.

Embora este setor seja diferente do setor de produção, onde a filosofia *lean* é normalmente aplicada, as principais ideias do *lean* podem ser transferidas da indústria para os serviços com pequenas alterações(Bowen & Youngdahl 1998).

Segundo Seddon, O'Donovan e Zokaci (2009), a inspiração do *Lean Thinking* por Taiichi Ohno foi desenvolvida através de uma série de verdades intuitivas que foram constatadas e repensadas. Segundo os mesmos autores, as mesmas verdades intuitivas podem ser encontradas no setor dos serviços quando estes são tratados como sistemas, permitindo assim o melhoramento.

Existem vários exemplos de serviços que adotaram a metodologia *lean,* beneficiando não só com a eliminação de desperdícios, mas criando uma boa relação com o consumidor. A Taco Bell é um dos casos de sucesso da aplicação do *lean* nos serviços. A aplicação destas técnicas da filosofia *lean* permitiu-lhes reestruturar os seus restaurantes, assim como redefinir as funções e objetivo global da empresa (Abdi et al. 2006)

2.1 Produção *Lean*

No final dos anos 80, teve origem a fundação do *Internacional Motor Vehicle Program* (IMVP), um programa de pesquisas ligado ao *Massachusett Institute Technology* (MIT) destinado a avaliar os rumos da indústria automobilística mundial. O objetivo do I.M.V.P. era transcender a pesquisa convencional, promovendo a Indústria – Governo – Universidade (Womack et al. 1991).

Estudos realizados por investigadores associados ao I.M.V.P. permitiram o conhecimento de uma nova filosofia de produção, o *Lean Thinking*, que teve como principais fundadores Eiji Toyoda e Taiicho Ohno, entre outros elementos da Toyota.

Após a 2ª Guerra Mundial, a economia japonesa estava em recessão e isso fazia sentir-se principalmente, na indústria. Nesta época a indústria japonesa deparava-se com problemas, tais como (Womack et al. 1991):

- Mercado doméstico limitado;
- Novas leis de trabalho que vieram fortalecer a posição dos trabalhadores e enfraquecer o poder das empresas;
- Era quase impossível às empresas, a compra em grandes quantidades de novas tecnologias de produção;
- Existia um grande número de produtores de veículos automóveis a nível internacional, ansiosos por trabalhar no Japão.

Por todas estas condições, era impossível à Toyota implementar os sistemas de produção existentes na altura, nomeadamente, a produção em massa ou a produção artesanal. Isto levou a Toyota a criar o seu próprio método de produção, o *Toyota Production System* (TPS), também conhecido por *Lean Thinking*.

O TPS tinha por base a redução do desperdício, bem como a tentativa de melhoria contínua dos processos de fabrico. Para que este último requisito operasse corretamente era necessário que os colaboradores permanecessem envolvidos e conscientes das suas funções, possuíssem conhecimento da área e estivessem comprometidos com a empresa nos métodos e objetivos (Alves et al. 2011).

2.1.1 Desperdício na indústria

Desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor aos produtos e, ocasionalmente, está representado em atividades que se realizam durante o processo de fabrico, como inspeções, armazenamento de materiais, entre outras formas.

Algumas destas atividades, embora consideradas como desperdício, são necessárias para a produção. Assim, podemos definir as diferentes categorias de desperdício:

Puro desperdício – Atividades totalmente dispensáveis no processo produtivo.

Desperdício necessário – É todo aquele desperdício que é necessário existir no processo de fabrico de um item.

Taiichi Ohno, principal fundador do sistema T.P.S, identificou os sete primeiros tipos de desperdícios existentes na indústria (Womack & Jones 2003):

1. **Produção Excessiva:** Significa produzir mais do que o necessário, consumo desnecessário de matéria, criação de *stocks*;
2. **Tempo de espera:** O tempo em que pessoas ou equipamentos ficam parados enquanto esperam por algo. Deve-se, por vezes, ao *layout*, à quebra na linha de produção ou falta de matéria-prima;
3. **Transporte:** O transporte de matérias para armazenamento ou produção implica perda de tempo e a utilização de colaboradores para realizar uma tarefa desnecessária;
4. **Movimentos:** As deslocações quer de matéria quer de pessoas não acrescentam valor;
5. **Excesso de processamento:** Todo o tipo de tarefas ou operações desnecessárias;
6. ***Stocks:*** A acumulação de *stock* gera custos de armazenamento. Além disso, com o passar do tempo, se o produto não for vendido, o mesmo tornar-se-á obsoleto.
7. **Defeitos:** Artigos com defeito acabam por não satisfazer os requisitos necessários que o cliente exige, não podendo, portanto, ser vendidos. Existe ainda, por parte da empresa, um gasto com mão-de-obra, materiais entre outros.

Mais recentemente foi acrescentado aos sete desperdícios um oitavo, que se refere à não utilização do capital intelectual de maneira correta, isto é, não utilizar a capacidade intelectual do funcionário para fomentar a melhoria contínua (Maia et al. 2011).

2.1.2 Princípios Fundamentais *Lean*

Por forma a reduzir todos estes tipos de desperdício anteriormente referidos a filosofia *Lean* envolve cinco princípios fundamentais como indica a Figura 2.1.

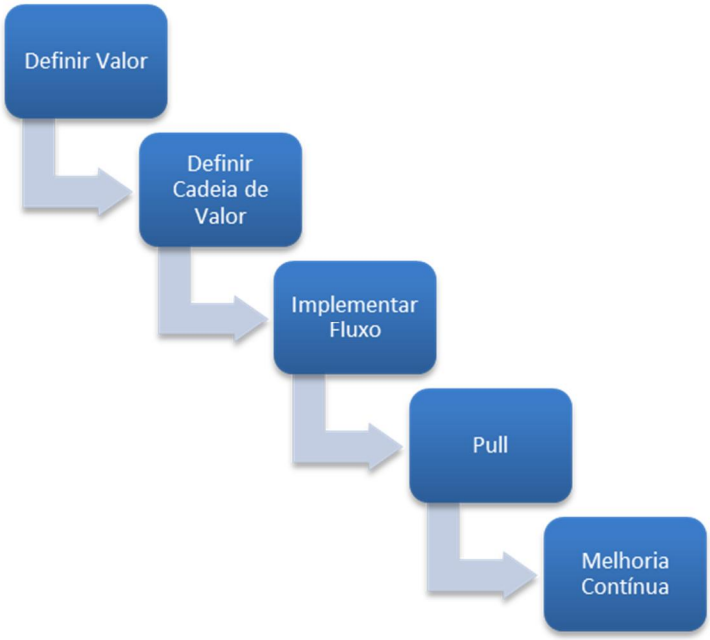


Figura 2.1 - Princípios Fundamentais da Filosofia Lean

Definição de Valor – É aquilo que o mercado está disposto a pagar por um produto ou serviço. Segundo Womack e Jones (2003), definir o valor de um produto significa determinar quais os recursos que criam valor no produto do ponto de vista interno e externo (cliente). A definição de valor do produto tem como características principais: o preço, o consumidor a que se destina, a altura em que o produto é colocado em comercialização.

Redefinir a cadeia de valor – Uma vez definido o significado de valor, devemos investigar em toda a cadeia de abastecimento quais os processos que acrescentam valor ao produto (Womack & Jones 2003). Neste passo estão representadas todas as atividades desde a entrega de matéria-prima oriunda do fornecedor, até à entrega do produto ao consumidor.

Implementar Fluxo – Depois de reduzir ou eliminar as atividades que não criam valor, os esforços deverão ser direcionados para tornar o fluxo de tarefas contínuo (Womack & Jones, 2003). Segundo os mesmos autores, para a tornar o fluxo eficiente deve evitar-se o processamento em lotes. Este tipo de processamento deverá ser substituído pelo fluxo de peça (*"one piece flow")*.

Pull - Depois do fluxo estabelecido, a filosofia volta-se para deixar ser o cliente a 'puxar' os produtos ao invés de a empresa os fabricar ininterruptamente. Este processo visa a aplicação de um sistema de gestão de produção *just-in-time*, ou seja, o produto só é produzido quando existe uma ordem de produção por parte do cliente. Assim, a empresa evita a criação de *stocks*, minimizando o desperdício de recursos.

Melhoria Contínua - Este esforço é repetido e existem constantes tentativas para reduzir ou remover atividade sem valor, melhorar o fluxo e satisfazer as necessidades de entrega ao cliente (Nave 2002). Não importa quantas vezes os empregados aperfeiçoam uma dada atividade, há sempre forma de remover desperdícios, eliminando esforço, tempo, espaço e erros (Womack & Jones 2003).

2.1.3 Ferramentas *Lean*

A aplicação da filosofia *Lean* nas empresas não é fácil sendo um processo bastante moroso. É necessário que todos os colaboradores das empresas estejam empenhados em contribuir para que a aplicação desta metodologia resulte. Contudo, para facilitar a aplicação desta metodologia, surgiram algumas ferramentas, designadas ferramentas *Lean* que visam essencialmente ajudar os colaboradores. A figura 2.2 ilustra algumas delas.

Figura 2.2 - Ferramentas Lean (FONTE: http://www.bexcellence.org/Lean -manufacturing.html)

- **5S**

A ferramenta 5S teve a sua origem no Japão tendo sido inspirada na filosofia da Toyota (TPS). O se objetivo é mobilizar, motivar e consciencializar toda a empresa para a qualidade total, através de princípios que visam limpeza, segurança e eficiência (Anon 2010).

Esta ferramenta é composta por 5 princípios, sendo estes:

- ***Seiri (Utilização)*** – Este princípio defende que na área de trabalho apenas devem estar presentes os materiais necessários. Sendo assim, a restante ferramenta, que não pertence ao local, deve ser alocada por outros locais, de modo a que outros colaboradores possam fazer uso da mesma;

- ***Seiton (Ordenação)*** – Por sua vez, este princípio defende que qualquer trabalhador, independentemente da sua secção, deve armazenar e identificar

corretamente as ferramentas de modo a não desperdiçar tempo à procura das mesmas. Tudo tem o seu lugar definido;

- ***Seiso (Limpeza)*** – Por forma a tornar o ambiente de trabalho saudável, este princípio implica que qualquer colaborador, independentemente da sua área de trabalho, após ter terminado, deve limpar o local, fazendo deste princípio um hábito contínuo;
- ***Seiketsu (Higiene)*** – O objetivo deste pilar é melhorar a qualidade de vida no trabalho, criando condições que visam favorecer a saúde física, mental e emocional a partir da prática de higiene (Anon, 2010);
- ***Shitsuke (Disciplina)*** – Por último, este princípio defende que a metodologia 5S deve ser aplicada de forma contínua, identificando novas maneiras de fazer reduzir tempos, arrumar ferramentas, melhorar a limpeza, entre outras.

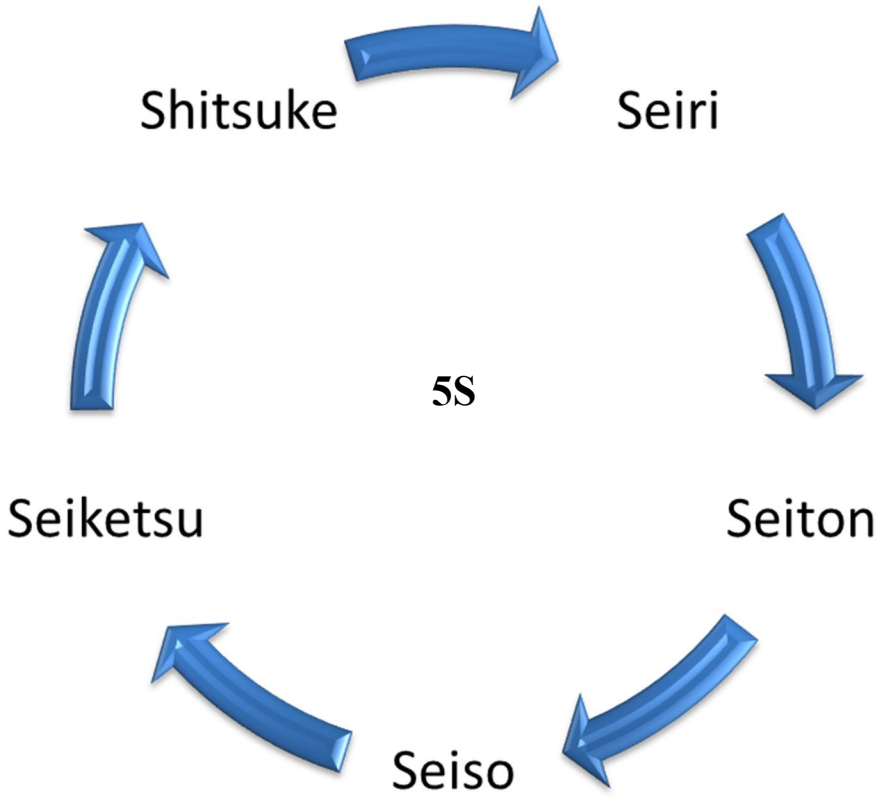


Figura 2.3 - Princípios 5S

- ***Kanban***

Kaban é uma ferramenta que tem como função gerir o fluxo de trabalho em qualquer processo.

O objetivo desta ferramenta é melhorar a produção ao mesmo tempo que elimina desperdício. As vantagens existentes no sistema *Kanban* incluem eliminação de sobreprodução, desenvolvimento de locais de trabalho flexíveis, redução de custos, redução de custos logísticos, entre outros (Rahman et al. 2013).

Para que o sistema *Kanban* tenha sucesso, devem ser considerados vários fatores, tais como (Rahman et al. 2013):

- Gestão de inventário;
- Participação de fornecedores e clientes;
- Melhoramento de qualidade e controlo;
- Compromisso de colaboradores e gestão de topo.

- ***Just-in-time***

A filosofia *Just-in-time*, cuja tradução para português é "no instante", é um sistema de produção que determina que toda a matéria-prima tem um momento exato para ser comprada, vendida ou transformada. Assim, é possível eliminar *stocks*, desperdício de matéria-prima, mão-de-obra entre outros.

Esta filosofia implica que a encomenda de matéria-prima seja muitas vezes feita de um dia para o outro, sendo assim necessária cooperação mútua entre fornecedores e empresas. Por esta razão, o papel dos fornecedores nesta metodologia de produção é de extrema importância, visto que grande parte desta ferramenta está dependente do desempenho dos fornecedores quer na entrega de matéria-prima quer nas quantidades e qualidades da mesma entre outras.

- ***Faliure Mode and Effect Analysis (FMEA)***

Esta ferramenta traduzida para português significa Análise de Modo e Efeito de Falha, consiste em fazer uma previsão de possíveis falhas que poderão ocorrer no sistema, e analisar o seu efeito.

Deste modo, o objetivo desta ferramenta é aumentar a confiabilidade de um certo produto durante a fase de projeto ou processo.

A investigação de falhas de um projeto pode ser feita em várias etapas:

- FMEA de Design;
- FMEA do Processo;
- FMEA de Sistemas;
- FMEA de Serviços.

Após os devidos estudos realizados, as possíveis falhas são organizadas segundo o seu grau de gravidade. O FMEA traz à empresa um melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos. O método gera uma forma sistemática de hierarquizar informações sobre as falhas dos produtos/processos, estabelecendo-se, portanto, um sistema de prioridades de melhorias, investimento, desenvolvimento, análises de teste e validação.(Tahara & Amigo 2012)

- ***POKA-YOKE***

O Poka-Yoke é uma palavra japonesa que significa “prevenção de defeitos", permitindo as empresas desenvolverem e desenharem processos que tentam ao máximo reduzir a probabilidade de ocorrência de um erro.

Este método, desenvolvido por Shingo (1996), pode ser, segundo o mesmo, usado de duas formas:

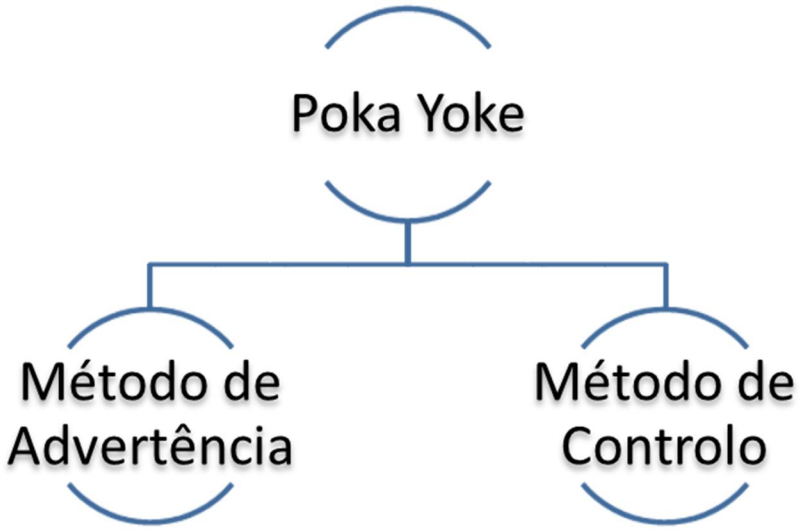


Figura 2.4 - Tipos de prevenção de defeitos

- **Método de Controlo** - Permite uma abordagem direta sobre o problema, isto é, quando um erro é identificado num determinado processo de produção, a linha é parada e são revistas as causas que levaram ao aparecimento do erro anterior. O sistema é depois redesenhado novamente, por forma a garantir que os erros até ao momento descobertos, não voltem a acontecer.

- **Método de Advertência** – Este método realiza uma abordagem menos direta ao problema, visto que alerta o trabalhador através de um alarme para a existência de um defeito. Caso o trabalhador não atenda ao alarme, poderá ocorrer a persistência do erro.

Para que esta ferramenta seja bem empregue em empresas, é importante identificar um método de *Poka-Yoke* que melhor satisfaz a empresa no que toca a inspeção dos bens produzidos. A utilização desta ferramenta possibilita um controlo rigoroso sobre os produtos melhorando a qualidade dos mesmos, sendo, por isso, uma importante ferramenta no que toca à melhoria da qualidade dos produtos produzidos.

2.2 *Lean* nos serviços

O setor dos serviços, também conhecido como setor terciário, envolve a comercialização de serviços comerciais, pessoais ou comunitários, sendo estes serviços prestados a

empresas ou consumidores finais. Este setor é atualmente um dos que mais cresce a nível económico, embora para isso tenha sofrido vários processos de reindustrialização. Na última década, têm sido várias as empresas de serviços, que têm adotado com sucesso a filosofia *lean* aplicado aos serviços, na tentativa de eliminar desperdícios e melhorar continuamente a eficiência dos serviços.

A transferência de princípios aplicados à indústria iniciou-se com a publicação de dois artigos científicos nomeadamente "*Production-Line:approach to service*" (1972) e "*The industrialization of service*" (1976) escritos por Theodore Levitt. O mesmo sugeriu que o setor dos serviços poderia beneficiar da aplicação de metodologias utilizadas no setor da produção de bens.

Na década de 80, discutia-se de que modo seria possível transferir os princípios da produção de bens ao setor dos serviços. A aplicação desta lógica da indústria nos serviços dizia-se ser inapropriada pela natureza variável do consumidor (Bowen & Youngdahl 1998).

Segundo Seddon et al. (2011) citando Grönroos (1990) as razões pelas quais tais considerações eram feitas têm por base os seguintes princípios:

- Os serviços são mais ou menos inatingíveis;
- Os serviços são normalmente representados por uma série de atividades ao invés de um produto;
- Os serviços são produzidos e consumidos simultaneamente;
- O cliente participa no processo de produção de alguma forma.

Após a implementação da metodologia *lean* nas empresas de produção de bens e os seus resultados terem sido extremamente benéficos, o setor dos serviços começou também a adotar a mesma metodologia. Todavia, para que a filosofia *lean* possa ser aplicada no setor dos serviços, é necessário que as organizações (Abdi et al. 2006):

- Definam o início e fim de processos incluindo fornecedores, clientes entre outros;

- Identifiquem e percebam os pontos de contacto com o cliente através do fluxo de processos;
- Articulem o valor e desenvolvam objetivos claros para cada processo;
- Entendam o processo de expectativa do cliente e o preço;
- Giram os processos segundo a filosofia *lean* e operem com as suas ferramentas;
- Desenvolvam *feedback* e métodos para constante aprendizagem caminhando para a perfeição;
- Procurem continuamente o aumento da produtividade;

Assim como na indústria de produção de bens, o principal objetivo da filosofia l*ean* nos serviços é promover a eliminação do desperdício e aumentar a eficiência do mesmo.

Tal como na indústria, também é possível encontrar desperdícios no setor dos serviços, contudo existem diferenças no conceito de desperdício entre estes dois setores. Bicheno e Holweg (2009) defendem que os tipos de desperdício que podemos encontrar nos serviços são:

1. **Duplicação –** Duplicar dados acerca de clientes, produtos e detalhes acaba por ocupar espaço que poderia ser utilizado para guardar dados sobre novos clientes e produtos;
2. **Atraso –** O atraso na prestação do serviço cria, do ponto de vista do cliente, uma má impressão, podendo deixar o cliente descontente a ponto de este recusar o serviço;
3. **Não fidelizar clientes –** As empresas de serviços têm como foco principal agradar ao cliente para que este "consuma" cada vez mais os seus serviços. Não fidelizar clientes, ignorando-os, não prestando atenção às suas necessidades é considerado desperdício;
4. **Má Comunicação –** A má comunicação, dentro da empresa ou com o cliente, leva a empresa a ter que clarificar interna e externamente certas ideias perdendo por vezes, alguns dias de trabalho;
5. **Movimentos –** O movimento excessivo dos clientes, por exemplo na troca de filas de espera, por falta de informação; este desperdício pode acontecer quando as

empresas se preocupam mais com os seus processos internos e não com a satisfação dos clientes;

6. **Erros –** Quando o serviço prestado não corresponde ao esperado pelo cliente.

A diferença nas formas de desperdício encontradas em cada um dos setores tem levado autores a argumentar que a transferência da filosofia *lean* para os serviços é difícil, embora ainda não exista uma opinião definitiva acerca da aplicação do *lean* mesmos.

Vários autores como Seddon et al. (2011) atestam e aconselham a prática de lean nos serviços. No entanto, os autores realçam que a aplicação desta filosofia no setor dos serviços implica algumas alterações, não especificando, porém, que tipo de alterações deveriam ser feitas.

Embora não exista ainda um modelo consensual para a aplicação da filosofia lean no setor dos serviços, autores como Bowen & Youngdahl (1998) e Abdi et al. (2006) apresentam sugestões de modelos para esse efeito.

Bowen e Youndghal (1998) propõem o seguinte modelo:

- Colocar ênfase no investimento de pessoas assim como no investimento de equipamentos;
- Usar tecnologia como suporte ao invés de substituição;
- Tornar o recrutamento e contratação importante para todos os membros;
- Compensar a performance dos colaboradores

Por sua vez, Abdi *et al.* (2006) propõe um modelo diferente de adoção da filosofia *Lean* que está explicado na figura 2.5:

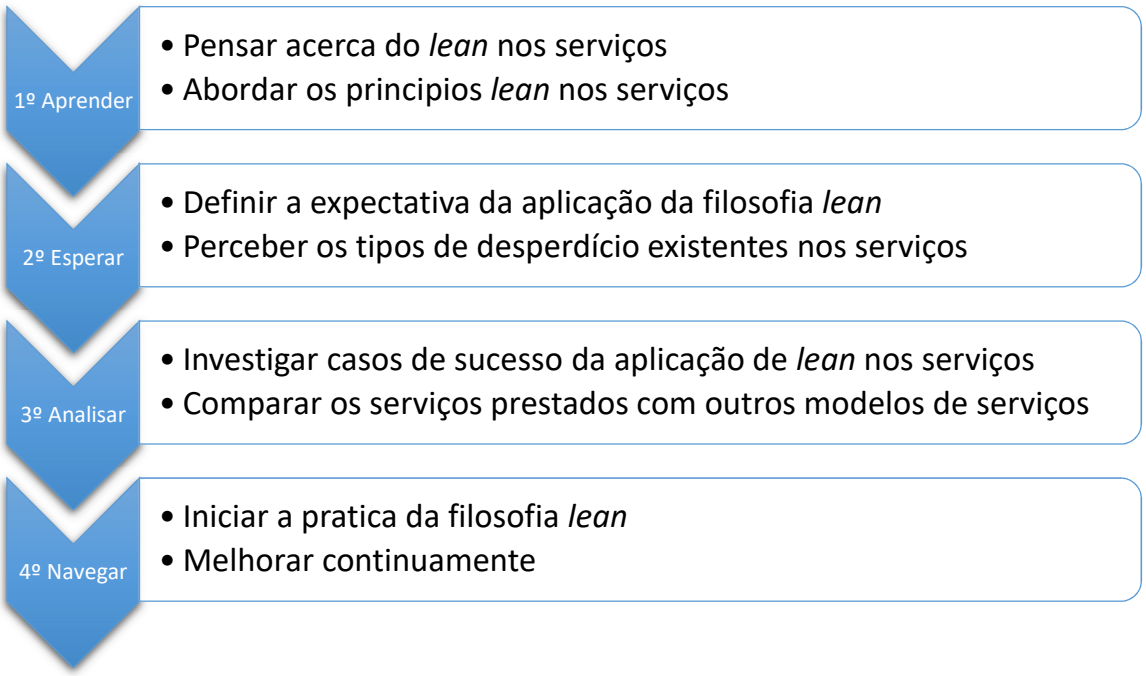


Figura 2.5 Modelo de adoção da Filosofia Lean (Abdi Shavarini & Hoseini, 2006)

2.2.1 Casos de Sucesso

Os casos de sucesso apresentados foram retirados do artigo "*Lean Service : in defense of a production-line approach*" escrito por Bowen e Youngdahl (1998).

Taco Bell

A Taco Bell é uma empresa americana que possui dezenas de restaurantes cuja sua especialidade é comida rápida, inspirada pela cozinha mexicana. Para além disto a Taco Bell é um exemplo na aplicação das filosofias *Lean* nos serviços.

Anteriormente e muito antes da aplicação da metodologia *Lean* os restaurantes da Taco Bell, eram constituídos por enormes cozinhas e poucos lugares para o público em geral, isto é, 70% do espaço do restaurante funcionava como cozinha para preparar refeições, sendo que os 30% restantes estavam destinados a lugares e mesas para servir refeições aos clientes. Para além disto, a Taco Bell utilizava funcionários (cuja função principal deveria ser atender o cliente) para transformar matéria-prima como queijo, fiambre e carne em pequenas quantidades para que estas pudessem depois ser utilizadas na preparação de pratos. A utilização destes funcionários em tais tarefas levava a que existissem grandes filas de clientes no restaurante, assim como esperas muito longas.

Após os anos 90, a adoção da metodologia *Lean* na empresa levou a que a Taco Bell começasse a questionar os consumidores acerca do que estes valorizavam na sua comida. Os resultados obtidos permitiram concluir que os clientes valorizavam:

- Tempo de serviço
- Ordens seguidas pelos funcionários
- Limpeza do restaurante
- Temperatura da Comida

Com base nestes resultados, as ações implementadas pela empresa permitiram reduzir o espaço confinado à cozinha para 30% e aumentar o espaço destinado a clientes para 70%.

Para além disto, e após ser analisada a cadeia de valor da empresa, concluiu-se que a matéria-prima que era transformada pelos funcionários poderia ser transformada numa máquina própria. A aplicação da ferramenta *Just-in-Time* permitiu importar comida já pré-fabricada fazendo cair a taxa de trabalho em processamento, reduzir o inventário, custos, e poupar espaço.

SouthWest Airlines

A SouthWest Airlines (SWA) é uma empresa a operar apenas nos Estados Unidos, sendo sobretudo conhecida como a empresa criadora dos voos low-cost. A adoção da filosofia lean contribuiu, em grande parte, para o sucesso desta empresa.

Com base nos fundamentos da filosofia lean, uma das primeiras ações que a empresa tomou, foi a realização de um estudo para perceber quais os aspetos que os clientes mais valorizavam quando usavam os seus serviços. As conclusões do estudo, levaram à eliminação das refeições a bordo dos aviões, e consequente descida dos preços dos bilhetes.

Outra das medidas implementadas pela empresa é a restrição de aterragem em aeroportos congestionados. O objetivo desta medida é evitar que os seus aviões aguardem demasiado tempo no ar. Assim, e caso o aeroporto de destino esteja congestionado, o voo é redirecionado para um novo aeroporto localizado a uma distância máxima de 144 Km do aeroporto inicial.

De forma a melhorar a experiência de voo dos seus clientes, a SWA decidiu envolver os seus passageiros nos processos de recrutamento convidado, alguns dos clientes mais habituais da empresa para estarem presentes nas entrevistas a futuras hospedeiras de bordo.

Os colaboradores da empresa, são formados no sentido de darem aos passageiros a melhor experiência de voo possível.

Graças à aplicação de ferramentas lean como Just-in-Time e 'Pull', foi possível reduzir o custo de bilhetes e melhorar o serviço fornecido.

Shouldice Hospital

O Hospital Shouldice foi criado pelo Dr. Edward Earle Shouldice em 1945 e situa-se em Thornhill, Ontario, Canadá. Este hospital é especializado no tratamento de hérnias abdominais sendo que, para tornar os seus serviços mais eficientes e eliminar alguns desperdícios, os gestores do hospital resolveram implementar a filosofia Lean.

Uma das primeiras medidas adotadas para reduzir o tempo de espera dos utentes foi submeter cada paciente ao preenchimento de um formulário on-line com os seus dados pessoais. Incluído neste formulário, está um diagrama da estrutura abdominal no qual os utentes devem preencher com um 'X' o local onde se encontra a hérnia que pretendem tratar.

Após a submissão do formulário, os médicos do hospital determinam qual o tipo de hérnia, o risco de cada paciente e é dada ao paciente uma data de operação. A maioria dos casos não são urgentes, permitindo assim planificar o número de operações diárias, o número de camas utilizadas, refeições necessárias, entre outros, permitindo ao próprio hospital implementar um fluxo contínuo de trabalho.

Os novos pacientes à chegada ao hospital são acolhidos por pacientes mais antigos, existindo assim a possibilidade de troca de experiências relativamente à operação e a processos de recuperação. Depois de operados e após algum tempo na zona recuperação (recobro), os pacientes são acompanhados pelo médico-cirurgião até a uma cadeira de rodas, seguindo posteriormente para o seu quarto.

Para além disto os médicos do hospital são encorajados a trabalhar como equipa. Os mesmos médicos que são responsáveis pelas operações e tratamento de hérnias, jantam

mais tarde, no mesmo refeitório dos pacientes. O objetivo desta medida é a recolha de feedback dos pacientes em relação à operação, tratamento até ao momento realizados.

As funções dos enfermeiros foram redefinidas passando a tratar de pacientes individuais que necessitam de maiores cuidados, criando assim novas formas de acrescentar valor ao serviço prestado.

A aplicação da filosofia lean neste hospital permitiu gerar baixos custos e excelentes taxas de recuperação. Devido aos novos procedimentos, acima referidos, os pacientes atuais recuperam melhor, mais rápido e com menos complicações quando comparado com pacientes antigos que seguiam o método tradicional de tratamento de hérnias.

Análise

Os casos de sucesso apresentados indicam que existe a capacidade de transferir a filosofia *lean* das indústrias de produção de bens para os serviços, usando os mesmos princípios. Na verdade, a aplicação destes princípios no setor dos serviços revela-se mais simples, pelo facto de nestes existir um contacto direto com os clientes externos, permitindo à empresa prestadora de serviços perceber até que ponto estará o mercado/cliente disposto a pagar pelo serviço oferecido.

No primeiro caso apresentado, a definição de valor permitiu à Taco Bell reestruturar os seus restaurantes aumentando a capacidade de lugares sentados e diminuindo o espaço ocupado pelas cozinhas. A aplicação de algumas ferramentas lean ajudou a reduzir stocks e a manter o espaço limpo e organizado. A redefinição das funções dos colaboradores e o *focus* no cliente permitiram reduzir o tempo de serviço e aumentar a satisfação entre os clientes em geral.

Por sua vez, no segundo caso de estudo a definição de valor permitiu eliminar as refeições a bordo dos aviões e assim reduzir o preço do bilhete de avião. Aproveitando a proximidade com o cliente, são realizados questionários para avaliar a opinião dos clientes em relação ao voo e de que modo este poderia ser melhorado.

Por último, no terceiro caso é possível observar que o uso das ferramentas *just – in – time*, e *pull* permitiram ao hospital eliminar desperdícios e tornar os seus serviços mais eficientes. O convívio de médicos e pacientes veio acrescentar valor ao processo realizado.

Deste modo, é notório que as mesmas ferramentas que ajudam as empresas de produção de bens a adotarem a filosofia *lean,* podem também ser usadas com sucesso nos serviços. É necessário compreender a área em que o serviço estudado se insere, por forma a determinar quais as ferramentas que podem ser utilizadas, quais os processos que podem ser melhorados e de que forma poderá ser criado valor junto do cliente final.

Tal como analisado nos casos acima referidos, a implementação do *lean* nos serviços não seguiu nenhum modelo pré-definido, apenas foram utilizadas as ferramentas *lean.* Isto leva-nos a concluir que a implementação de *lean* numa empresa de serviços poderá porventura ser feita exatamente da mesma forma que a implementação de *lean* na indústria de produção, embora não exista ainda uma opinião unânime acerca do assunto.

No entanto, a aplicação de *lean* nos serviços deve ser constantemente analisada, assim como as ferramentas a aplicar, visto que os serviços fornecidos variam totalmente de empresa para empresa assim como a definição de valor por parte dos clientes. A aplicação de metodologias iguais em empresas diferentes pode gerar resultados diferentes.

2.3 *Lean* no transporte

O serviço de transporte tem vindo a adquirir grande importância na indústria global, tornando-se inclusive fundamental para o bom funcionamento da empresa. Quer na indústria, quer nos serviços muitos dos produtos e prazos de entrega dos mesmos estão diretamente dependentes deste serviço.

Devido ao grande sucesso da aplicação da filosofia *lean* na indústria, autores como Stank & Crum (1997) têm vindo a investigar métodos de aplicação da filosofia *lean* ao setor

dos transportes, por forma a minimizar o desperdício existente e otimizar o serviço de transportes. A filosofia *lean* deverá ser aplicada tendo por base os seguintes princípios (Bash 2015):

1. **Desenvolver e executar estratégias de transporte –** É necessário perceber as expectativas do cliente em relação ao serviço de transporte. De seguida, deverão ser elaboradas estratégias de transporte que permitam corresponder às expectativas do cliente, tendo em conta o nível de stock do produto.
2. **Eliminar o desperdício -** A eliminação de desperdício permitirá rentabilizar os transportes. Analisar de que forma o serviço de transportes pode ser um fator diferenciador.
3. **Medir a performance de transporte –** Utilizar formas destintas para medir o nível de transporte e formas de agradar ao cliente.
4. **Perceber os custos associados ao transporte –** Os custos dos transportes podem ser divididos em custos fixos e custos de variáveis. No serviço de transportes a melhor forma de reduzir custos é reduzir custos variáveis. Isto significa, reduzir o número total de quilómetros percorridos, reduzir o tempo de espera no carregamento do veículo de transporte etc.
5. **Gestão de frotas e transporte diariamente –** Todos os dias deverá ser feito um novo plano de transporte e depois verificadas quais as condições do plano. Qualquer desperdício encontrado deverá ser documentado e de seguida removido.

A aplicação das estratégias acima indicadas deve ser feita sem comprometer a qualidade, tempo de entrega e/ou o tipo de trabalho, visto que são fatores chave para uma boa gestão de transportes.

Conforme mencionado anteriormente, a definição de desperdiço e os tipos de desperdício nos serviços são um pouco diferentes dos desperdícios existentes na indústria de produção de bens. O mesmo acontece nos transportes. Neste setor distinto, pode-se encontrar vários tipos de desperdícios, tais como (*in* fourprinciples.ae, 2014):

- **Transporte –** Paragens fora-de-rota, transporte desnecessário resultarão em custos extra e baixa produtividade.
- **Inventário –** Qualquer atividade que resulte num excesso ou falta de inventário
- **Movimento –** O movimento desnecessário de pessoas, causado por um *layout* de fábrica defeituoso ou devido à falta de tecnologia para ajudar no carregamento.
- **Superprodução -** Qualquer duplicação de esforço devido à flutuação do volume de encomendas.
- **Defeitos –** Atividades que causam defeitos ou devolução de encomendas, tais como moradas de entrega erradas, documentação incorreta são consideradas como desperdício. O mau tratamento do material, a má acomodação do mesmo no veículo de transporte, ou qualquer outra razão que possa originar defeitos no produto transportado é considerado desperdício.
- **Espaço –** A existência de espaço não otimizado, no momento de carregamento de veículos de transporte poderá originar a necessidade de um veiculo maior, e assim custos acrescidos.

A aplicação da filosofia *lean* nos transportes, além de promover a eliminação do desperdício e a rentabilização do serviço de transportes, permite também a obtenção de um grau de satisfação maior por parte do cliente. Para além disso, a aplicação de *lean* nos transportes possibilita inúmeras vantagens a nível operacional, de entre as quais se destacam: (*in* leanlogistics.com,2016):

- Viabilidade através de toda a rede de transportes;
- Gerir todos os aspetos afetos aos processos de transporte;
- Centralizar o controlo e a gestão de todo o processo de transporte;
- Dimensionar estruturas e rápida adaptação às necessidades do mercado;
- Melhoria contínua

A principal função da filosofia *lean* aplicada aos transportes é aumentar a eficiência do serviço de transportes diminuindo numa escala global a dependência deste serviço por parte da indústria/serviços.

Assim sendo, a aplicação da filosofia *lean* nos transportes permite aumentar a competitividade da empresa face às restrições do mercado e ainda: (*in fourprinciples.ae, 2014*):

- Aumentar o volume de negócios;
- Obter informação valiosa para coordenar a cadeia de abastecimento;
- Reduzir os prazos de entrega através da otimização de rotas;
- Proporcionar maior visibilidade da cadeia de abastecimento;
- Gerir processos a nível regional, nacional ou global;
- Aumentar a flexibilidade para satisfazer o cliente com a mudança de condições de mercado;

2.3.1 Processo de melhoria de *layouts*

Uma das formas de reduzir o desperdício de tempo no transporte é a melhoria do *layout*. O *layout* de uma empresa é atualmente uma das principais características que afetam diretamente os níveis de produção e a qualidade dos bens/serviços produzidos. Um bom *layout*, para além de aumentar a produtividade, permite ainda reduzir o desperdício de tempo, o estrangulamento de processos, a melhoria do fluxo de material e processos (Katriastika et al. 2013).

Segundo os mesmo autores (Katriastika et al. 2013) existem quatro passos que devem ser feitos com o objetivo de melhorar o layout.:

1. **Estudo preliminar -** Nesta primeira fase, é necessário um estudo intensivo de modo a perceber qual o local/serviço que se pretende otimizar e de que forma o podemos fazer. De seguida, devem ser definidos quais os objetivos do estudo e quais as limitações do mesmo.
2. **Recolher dados** – Esta etapa consiste em três procedimentos, sendo eles observação de campo, entrevista e pesquisa bibliográfica. O objetivo deste processo é obter dados para posterior análise.
3. **Análise de dados –** Todos os dados adquiridos no processo anterior são analisados e deverá ser apresentado o *layout*. Este processo divide-se em quatro fases, sendo elas a análise de procura de produto, análise do *layout*, simulação e avaliação.
4. **Resumo do processo –** Este último processo, visa apresentar os resultados obtidos, entre os quais, qual o *layout* escolhido e demonstrar de que forma este novo *layout* melhora os processos e aumenta a produtividade. Deverão ser também indicados quais os desenvolvimentos futuros que necessitam de ser feitos.

O processo de melhoramento de *layout* está diretamente relacionado com a filosofia *lean*. Tal como a filosofia *lean*, a otimização de *layouts* visa eliminar o deslocamento desnecessário de produtos / pessoas, reduzindo desta forma o tempo de produção e por conseguinte aumentar a produção diária na indústria. Segundo Chee (2009) existem quatro tipos de *layout*s tradicionais que normalmente são aplicados nas indústrias manufatureiras e/ou serviços:

- ***Layout* de processo** – Neste formato de *layout* os constituintes do processo são agrupados de acordo com a função. Este tipo de *layout* foi concebido de forma a facilitar o processamento de bens/serviços que necessitem de uma grande variedade de processos.
- ***Layout* de produto** – Esta configuração de layout segue um padrão fixo, na utilização de recursos, de forma a minimizar o movimento de bens/serviços. Ideal para repetitivos ou contínuos. O processo de produção é dividido em várias tarefas *standard*, permitindo a especialização do trabalho e do equipamento.

- ***Layout* de posição fixa** – Este tipo de *layout* pressupõe a existência de um objeto de grandes dimensões que não pode ser movido. Desta forma, as ferramentas necessárias são transportadas até ao objeto para realizar o processo necessário.
- ***Layout* grupo tecnológico** - Nesta configuração, as ferramentas necessárias para a realização de determinados processos são agrupadas em células. Este agrupamento é feito com base nos procedimentos necessários para um conjunto de processos, que requerem o mesmo tipo de processamento.

Existem algumas características que indiciam se a aplicação de um determinado *layout* está a produzir os efeitos necessário na produção de bens/serviços. Tais características são, segundo Katriastika et al. (2013) citando Saeran (2011) :

- Redução do tempo de deslocação de trabalhadores e materiais.
- Custo de operações mínimo
- Zero acidentes no local de trabalho
- Empregados podem trabalhar de forma eficiente
- Espaço vazio otimizado
- Boa comunicação entre colaboradores.

A alteração de um *layout* normalmente é um processo demorado, tendo em conta diferentes variáveis como *stock*, espaço e volume de produção. Esta alteração deve ser sempre revista de forma a procurar as melhores soluções possíveis para aplicar no espaço que é pretendido otimizar.

2.3.2 Métodos de otimização aplicados aos transportes de mercadorias/pessoas

O problema de transporte de mercadorias e de pessoas está diretamente relacionado com a localização das infraestruturas das empresas, sendo esta uma das fases mais importantes na criação/expansão de uma empresa, ainda antes da aplicação da filosofia *lean.* O estudo da localização das suas infraestruturas permitirá perceber qual a melhor localização

possível para criar novas instalações face aos atuais e futuros clientes da instituição. O estudo da localização de novas unidades permite minimizar custos (normalmente custos de transportes) ou maximizar lucros.

Quer na indústria, quer nos serviços a melhor localização tem significados diferentes. Para a indústria de produção, uma boa localização é aquela que está mais próxima dos recursos que a empresa necessita para funcionar (matéria prima, mão de obra, água entre outros.). Por sua vez, as empresas de serviço, escolhem a sua localização com base em estudos de mercado e nos resultados que os mesmos apresentam (Sfredo et al. 2006).

Assim sendo, podemos definir que existem dois tipos de dados que afetam diretamente a criação de novas instalações, podendo estes dados ser quantitativos ou qualitativos. Dos fatores quantitativos destacam-se:

- Acessibilidade a múltiplos meios de transportes
- Disponibilidade de terrenos para construção ou possível expansão
- Disponibilidade de Matérias-Primas
- Proximidade de outras instalações.
- Impostos e Leis

Relativamente aos fatores qualitativos mais significativos na escolha de uma localização destacam-se:

- Características Geográficas e Ambientais
- Disponibilidade de mão-de-obra qualificada
- Boas vias rodoviárias, redes de distribuição

Para cada tipo de problema de localização em estudo existem métodos que poderão ajudar na tomada de decisão e que visam calcular qual a melhor localização com base em determinados fatores. A figura 2.6 indica quais os métodos a utilizar mediante os tipos de dados utilizados.

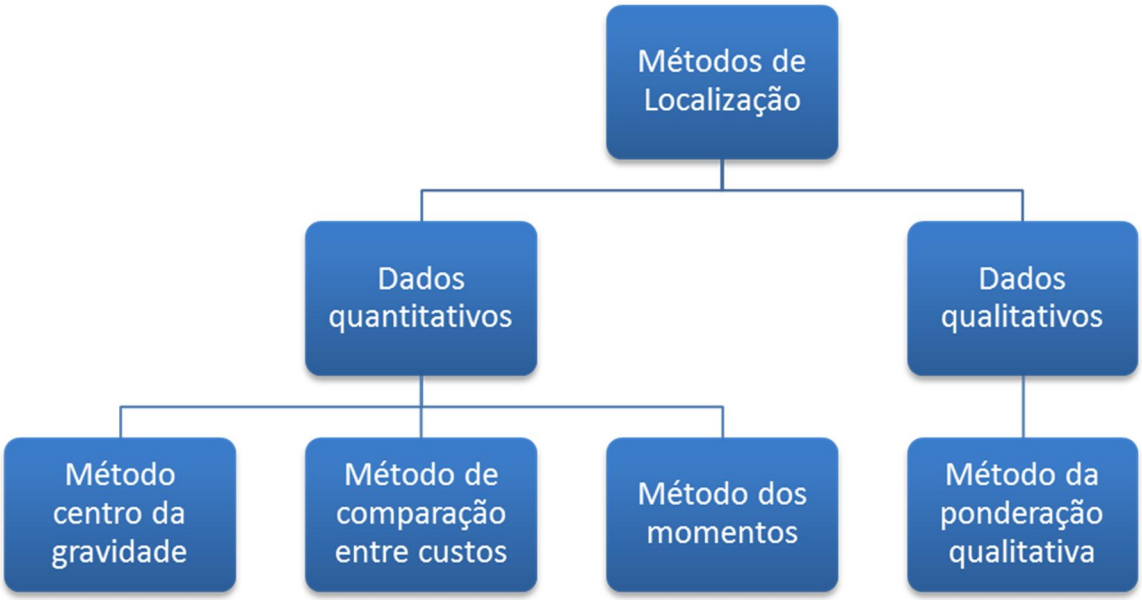


Figura 2.6 - Tipos modelos análise, segundo o tipo de dados

O **método de ponderação qualitativa** é sobretudo usado quando não é possível calcular os custos associados a cada localidade. Assim, e por forma a perceber qual a localidade mais vantajosa para a empresa, são analisados vários fatores importantes para a decisão. Cada um destes fatores é convertido numa nota através de uma escala previamente definida. De seguida, atribui-se o peso deste fator, quanto maior o peso atribuído, mais importante é o fator analisado. A localidade escolhida é a que tiver maior pontuação, sendo que esta deve ser calculada através da seguinte fórmula:

$$N_i = \sum_{J=1}^{k} F_{ij} \times P_j \qquad (1)$$

Em que:

- ***k*** – Número de fatores de decisão designados
- ***i*** – Localidade

- ***j*** – Fator particular
- ***Pj*** – Peso relativo ao fator j

Por sua vez, o **método dos momentos** utiliza o custo do transporte, a quantidade de matéria transportada e a distância para calcular qual a melhor localização. Matematicamente, este método é dado pela seguinte equação (Silva & Lima 2013):

$$Momento\ (M) = \sum C_t \times d \times V_c \quad (2)$$

Em que:

- C_t – Custo do transporte
- ***d*** - Distância
- V_c – Volume de carga

Para cada uma das alternativas de localização é calculado o momento em relação a clientes e fornecedores. A localização com o menor momento é a escolhida.

O método de comparação de custos pressupõe uma análise entre os custos associados à instalação num determinado local e o lucro que essa instalação poderá proporcionar. O cálculo do lucro é dado pela previsão da quantidade material vendido e do preço de venda. A localidade que apresentar maior lucro será a escolhida.

Por fim, o **método do centro de gravidade** tem como principal objetivo a diminuição dos **custos associados ao transporte** e**,** é sobretudo utilizado para determinar a localização ideal de um novo centro de distribuição, armazém ou outros. Para tal, este método considera a localização das paragens a efetuar (segundo um eixo de coordenadas XY), o volume de bens transportados e o custo de transporte desde a origem até ao recetor fatores críticos para a aplicação deste método.

O custo de um transporte é obtido graças ao somatório do volume de carga a transportar e a distância percorrida. Uma vez que o objetivo principal deste método é a diminuição dos custos de transporte, matematicamente o custo do transporte pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$min\, C = \sum_{j=1}^{n} w_j . d_j \quad (4)$$

Em que:

- $\boldsymbol{w_j}$ – Volume de bens transportados
- $\boldsymbol{d_j}$ – Distância percorrida

De modo a calcular a melhor localização possível e tendo em conta o facto de a localização das paragens a efetuar estarem representada segundo um eixo cartesiano, deveremos aplicar a seguinte fórmula:

$$\mathrm{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_j\, x_j}{\sum_{j=1}^{n} w_j}\ e\ \mathrm{Y} = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_j \gamma_j}{\sum_{j=1}^{n} w_j} \quad (5)$$

Em que:

- $\boldsymbol{X_j}$ – Localização do ponto de paragem segundo eixo do X
- $\boldsymbol{Y_j}$ – Localização do ponto de paragem segundo eixo do Y

Assim e com base na equação 5 é possível obter a localização ideal do novo armazém ser construído. Esta nova localização irá ficar a uma distância $\boldsymbol{d_j}$. Esta distância pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$d_j = \sqrt{[(\mathrm{X} - \chi_j)^2 + \left(Y - y_j\right)^2]} \qquad (6)$$

Desta forma e utilizando a fórmula descrita em (4) é possível calcular o custo mínimo que o serviço de transporte irá ter com base na nova localização projetada em (5).

No entanto, a aplicação deste método tem algumas limitações devido ao tipo de dados necessários, como por exemplo, o custo de transporte. Para além disso, este método não contempla as distâncias reais a serem percorridas entre diversos pontos e uma mudança de fornecedor ou cliente poderá tornar o método obsoleto (Peinado & Graeml 2007).

3. Estudo de Caso

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso onde foram analisados os serviços de transporte e refeições. Inicialmente é efetuada uma breve apresentação da instituição em estudo, sendo depois apresentadas algumas alterações ao *layout* das cantinas com o objetivo de simplificar o trabalho dos funcionários e reduzir o tempo de produção das refeições. Serão ainda apresentadas algumas sugestões para melhorar o serviço de transporte que a instituição de ensino oferece aos seus alunos.

3.1 Cooperativa de Ensino

Inicialmente, a instituição nasceu numa pequena localidade no norte de Portugal, mas posteriormente, devido à necessidade de crescer e abranger novas zonas de residência, foi decidida a criação de uma segunda instituição em Vila Nova de Famalicão que entrou em funcionamento em 1987/1988.

A missão essencial desta instituição é fornecer aos alunos que a frequentam competências e conhecimentos cruciais que lhes permitam desenvolver as suas capacidades contribuindo desta foram para a sociedade civil, para a vida económica, social e cultural do país.

A instituição compreende dois dos três ciclos obrigatórios do ensino básio, definidos pelo estado português. Os ciclos abrangidos são:

- **2º Ciclo:** 5º e 6º ano
- **3º Ciclo:** 7º, 8º e 9º Anos

Para além destes dois ciclos, a instituição oferece ainda, a possibilidade de completar o ensino secundário, na mesma instituição.

Segundo dados referentes ao ano letivo 2014/2015, a instituição possui cerca de 3339 alunos, 336 funcionários, sendo que 208 são docentes e 126 não docentes, 126 salas de aula normais, 13 laboratórios de informática, entre outras infraestruturas. Para além disso, a escola oferece aos alunos um serviço de alimentação, que inclui a refeição de almoço ou jantar, e ainda um serviço de transporte, para além do serviço de ensino.

Quer os serviços, quer a infraestrutura criam valor junto dos Encarregados de Educação e é desta forma que a instituição tem conseguido angariar alunos para as suas escolas. No entanto, a utilização deste tipo de serviços, origina também um aumento das despesas. Serviços como transporte e alimentação representam 54.38% da despesa anual da instituição, sendo que 34.33% corresponde ao serviço de transporte e 20.04 % corresponde à alimentação. De seguida, estes serviços serão descritos com mais detalhe de forma a permitir uma melhor compreensão dos mesmos, permitindo a sua análise e sugestão de melhorias.

3.1.1 Refeitórios

Esta organização, assim como todas as outras da mesma área, oferece aos seus estudantes, professores e trabalhadores um serviço de alimentação diário entre as 12:00 e as 14:00 horas.

Por forma a conseguir dar resposta aos vários alunos que diariamente utilizam as suas instalações para almoçar, esta organização dispões de dois refeitórios, sendo que o rés-do-chão está preparado para 138 utentes e o 1º andar está preparado para 162. Anualmente são servidas nestas duas cantinas cerca de 156 993 refeições.

Todas as refeições servidas são confecionadas nas instalações da escola por pessoal especializado para o efeito, sendo que a escola coloca ao dispor destes profissionais todo o material necessário para a confeção das mesmas.

Atualmente são colocados ao dispor dos utilizadores dois tipos de pratos que são confecionados diariamente:

- **Prato normal –** É um prato confecionado com ingredientes como arroz, batata, peixe ou carne, entre vários outros ingredientes.
- **Prato dieta –** É um prato confecionado mais à base de cozidos e grelhados, por forma a garantir uma alimentação com baixo teor calórico.

Atualmente, a escola possui um sistema informático por onde são feitas as marcações das refeições até as 11h da manhã do próprio dia. No entanto, e uma vez que a preparação de refeições é um processo longo e demorado é impossível determinar a quantidade total de alunos que irão fazer a sua refeição nos refeitórios da escola, pelo que, normalmente existe um grande desperdício de alimentos já confecionados. Para além disso, a preparação de refeições deve cumprir um horário estipulado, não permitindo grandes atrasos.

O facto de as cantinas terem sido construídas/desenhadas sem considerar a otimização do espaço, conforme visível nos anexos III e IV, dificulta ainda mais o processo produtivo de preparação de refeições, obrigando assim que os ajudantes de cozinha efetuem deslocações desnecessárias, perdendo tempo que seria útil na preparação de refeições.

Um dos processos onde podem ser efetuadas melhorias é o processo de limpeza de tabuleiros. Atualmente este processo apresenta algumas carências a nível do tempo de limpeza, demorando cerca de 22 min por carrinho.

Além disso, poderiam também ser implementadas algumas alterações ao *layout* das cantinas para diminuir a deslocação dos ajudantes de cozinha evitando desta forma atrasos na preparação das refeições.

3.1.2 Transporte

Para além do serviço de refeições diárias, a organização dispõe ainda de um serviço de transportes destinado apenas aos alunos da instituição. Este serviço evita assim que os encarregados de educação tenham de transportar os seus educandos desde casa até à instituição e vice-versa, o que muitas vezes implica um desvio no percurso a fazer e/ou perda de tempo. Este serviço é atualmente pago, no entanto, para evitar sobrecarregar os encarregados de educação com despesas de transporte alguns organismos públicos decidiram comparticipar o serviço e assim diminuir o valor a ser pago pelos encarregados de educação.

No ano de 2014 foram gastos em transporte de alunos cerca de 294 713. 92 €. Este valor engloba custos com:

- Combustíveis
- Manutenção
- Documentação Fiscal
- Vencimentos dos Trabalhadores

Na figura 3.7 estão representadas as despesas associadas ao serviço de transportes que a organização oferece aos seus alunos.

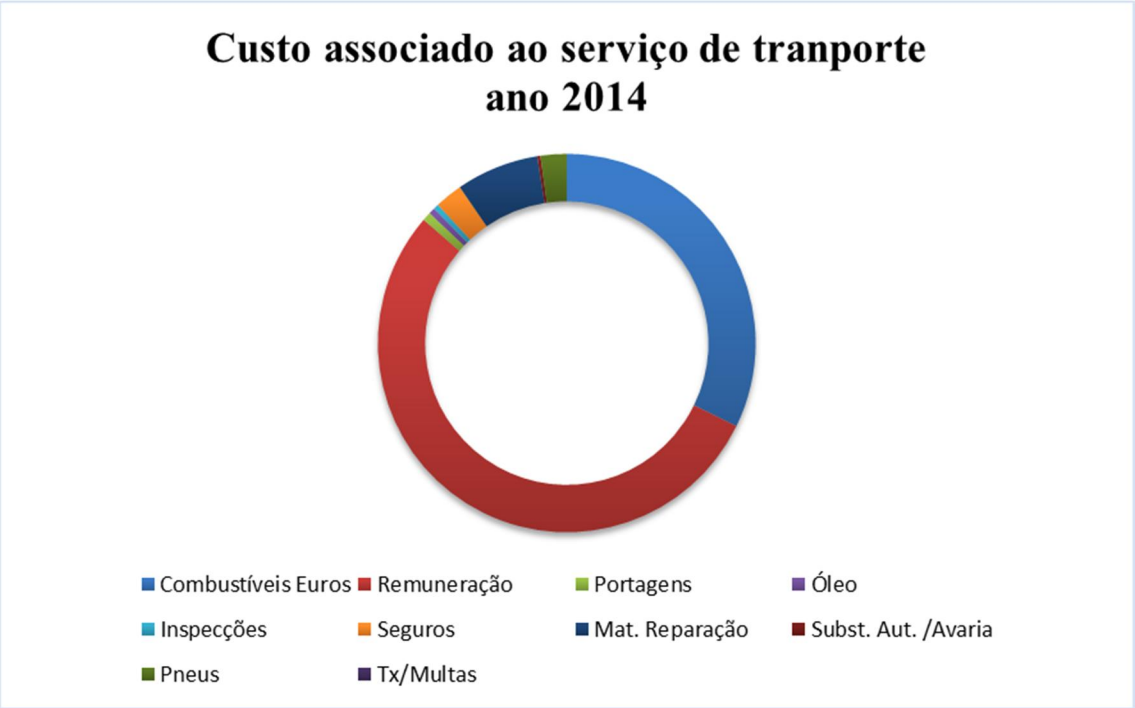


Figura 3.7 - Custos associados ao serviço de transporte referentes ao ano 2014 (Anexo I)

O vencimento dos motoristas e o gasto em combustível são, conforme visível no gráfico, as despesas que mais inflacionam este serviço, sendo que os outros gastos não contribuem tão significativamente para o valor acima referido.

O serviço prestado pela organização em questão pressupõe rotas previamente definidas, que são feitas diariamente por 11 autocarros. As rotas a serem feitas são definidas todos os anos, pelo chefe dos motoristas da organização, tendo em conta os novos alunos que entram para a instituição e a sua zona de residência. Este planeamento visa apenas garantir que existe um meio de transporte desde o ponto de paragem até à escola, não garantindo que os autocarros façam o percurso mais económico ou completem a sua lotação máxima.

Desta forma, os motoristas são obrigados a fazerem várias viagens durante o dia para transportar os alunos, aumentando por isso as despesas com o serviço de transporte.

3.2 Análise da situação atual e propostas de melhoria

3.2.1 Refeitórios

Com o objetivo de redimensionar de uma forma mais correta as cantinas da escola optou-se por dividir a área correspondente à preparação de refeições em três zonas. Esta divisão foi feita primeiramente na cantina do rés-do-chão e só depois na cantina do 1º andar.

A figura 3.8 mostra a divisão feita na planta da cantina.

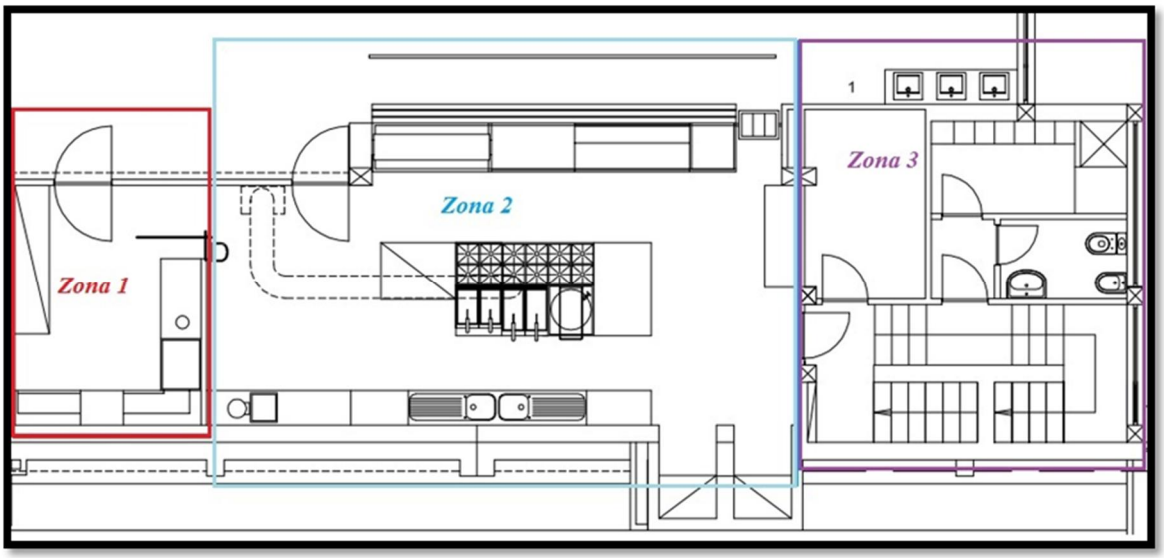


Figura 3.8 - Classificação por zona da cantina do rés-do-chão

A divisão de zonas foi feita tendo em conta o espaço e a função previamente destinada a esse espaço. Assim temos que:

- **Zona 1 –** Zona na qual é feita limpeza dos tabuleiros usados. Nesta zona são também separados os pratos, talheres e copos usados;
- **Zona 2 –** Zona onde são preparados os ingredientes. O processo de preparação das refeições é totalmente feito dentro desta zona. Todo o material afeto à preparação de refeições encontra-se nesta zona;
- **Zona 3 –** Zona onde são armazenados os ingredientes. Acesso ao primeiro andar e casas de banho;

Analisando a zona 1, verifica-se que não existe nenhum local assinalado de inicio e fim do processo de limpeza dos tabuleiros. Encontrou-se ainda alguns espaços vazios onde poderiam ser alocados móveis para armazenar pratos, talheres ou copos que já não sejam necessários para as refeições.

Assim, e com base na falha anteriormente detetada decidiu-se remodelar a zona 1 da seguinte forma:

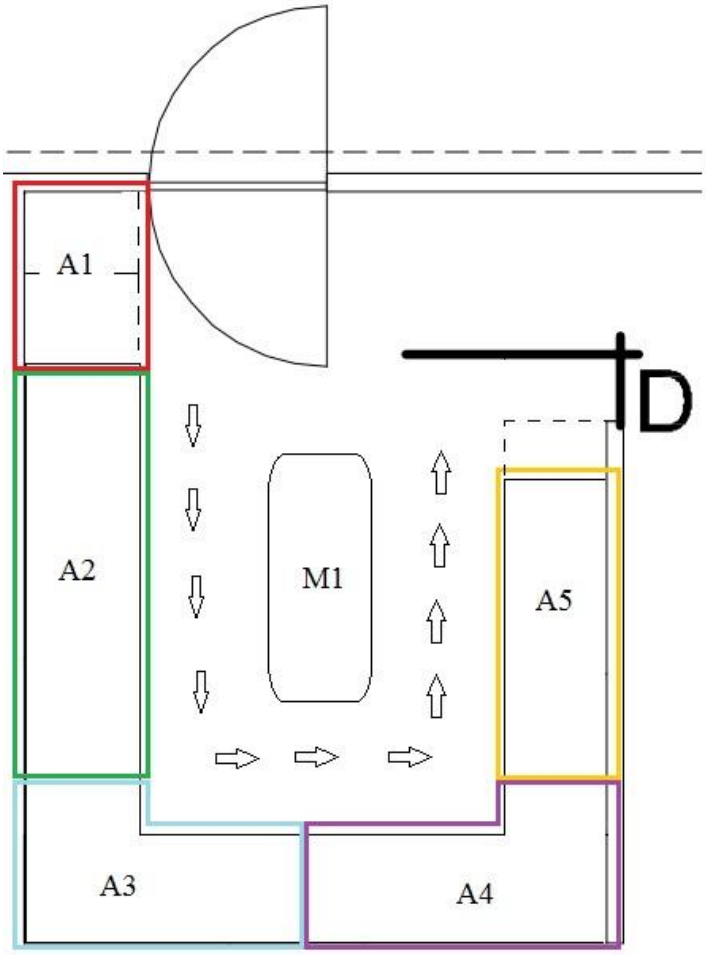


Figura 3.9 - Layout proposto para a zona 1

No *layout* acima proposto, adaptou-se um conjunto de processos de limpeza para facilitar a tarefa do trabalhador. O dimensionamento do *layout* em forma de 'U', visa reduzir a movimentação dos colabores e evitar transporte de material como tabuleiros, utensílios de cozinha entre outros. A figura 3.10 indica os processos de limpeza a serem realizados na zona 1:

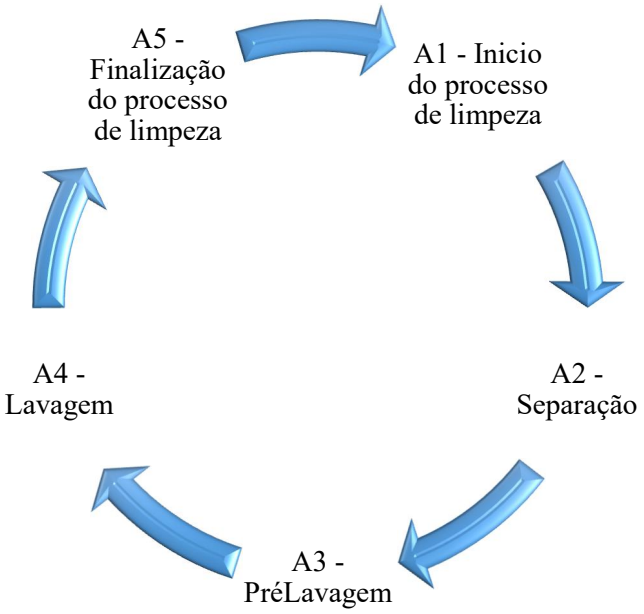


Figura 3.10 – Novo conjunto de processos de limpeza de tabuleiros

Os novos processos de limpeza indicados requerem a realização de um conjunto de atividades associadas a cada um dos processos indicado. As atividades a realizar por processo são as seguintes :

- **(A1) Inicio do processo de limpeza -**Os carros de transporte de tabuleiros usados deverão ser colocados na zona assinalada como A1.
- **(A2) Separação -** Os copos, talheres e pratos deverão ser separados dos tabuleiros, sendo que todos os utensílios deverão seguir para a zona A3.Os tabuleiros deverão ser limpos e colocados na mesa 1 (M1) conforme assinalado na imagem 3.2.
- **(A3) Pré Lavagem –** Os utensílios provenientes da area A2 deverão ser pre lavagens e depois agrupados por tipo em cestos de lavagem.
- **(A4) Lavagem -** Utilizando máquinas industriais, os utensílios de cozinha separados no processo anterior são lavados.
- **(A5) Finalização do processo de limpeza –** Os talheres, copos, pratos e tabuleiros são colocados num carro de transporte. Após isso, o carro deve ser colocar numa zona de acesso aos alunos de modo a ser novamente utilizado.

Uma vez que a instituição se encontra em funcionamento, não foi possível implementar a proposta de alteração do *layout*, devido ao transtorno funcional que iria causar. Assim sendo, não é possível medir o impacto desta medida no tempo de limpeza dos tabuleiros. No entanto, na proposta do novo *layout* o processo de limpeza é contínuo, não existindo a necessidade de transporte de material, diminuindo assim o tempo de limpeza dos tabuleiros.

Relativamente à zona 2, após uma análise detalhada da área de serviço, algumas sugestões poderiam ser feitas de modo a facilitar o trabalho dos colaboradores na cozinha. Uma das sugestões passaria pela utilização de pequenos carros de transporte que premitiriam o transporte dos ingredientes necessários à preparação de refeições, desde a zona de armazenamento até à cozinha. Estes carros de transporte também poderiam ser utilizados para o transporte de louça utilizada na preparação de refeições entre o local de utilização e a zona de lavagem definida. Desta forma, a carga de trabalho dos colaboradores seria minimizada, permitindo aos colaboradores executar a sua tarefa mais rápida e eficientemente.

Na zona 3 estão incluídas as secções destinadas ao armazenamento de matéria-prima indispensável para a preparação de refeições. Para além da dispensa, também está presente a câmara frigorífica, onde são protegidos os ingredientes principais tais como carne e peixe. Assim, nestas zonas deve existir um cuidado extra no que toca à limpeza e higienização destes dois locais.

Em termos de *layout* não são necessárias grandes alterações, no entanto, existem algumas filosofias que podem e devem ser aplicadas nestes tipo de locais. Visto que se trata de um local onde são armazenados alimentos, é necessário ter em conta o prazo de validade dos mesmos. A aplicação da filosfia F.I.F.O (*First - In - First - Out*) poderia ser utilizada como medida preventiva para evitar que os alimentos ultrapassem o prazo de validade atribuído pelo fabricante.

A construção de um elevador dentro da própria dispensa e a criação de uma porta para acesso externo seriam algumas alterações que poderiam ser implementadas por forma a

melhorar o funcionamento desta zona. O elevador teria como principal função transporte de ingredientes para o 1º andar, evitando, deste modo, que aos funcionarios do 1º andar se deslocassem à dispensa para tranportar ingredientes. Por sua vez, a criação de uma porta de acesso à dispensa pelo exterior visava facilitar a entrega e o armazenamento de matéria-prima pelo fornecedores.

Por fim, e com o objetivo de minimizar o despedício de comida que acontece todos os dias devido à imprevisibilidade do consumidor, foi sugerido à instituição algumas alterações no sistema informático, principalmente na marcação de refeições. As principais alterações passam por:

- **Reduzir a data limite para a marcação de refeições –** A marcação das refeições, por parte dos alunos, deverá ter como data limite o dia anterior, à data em que pretendem fazer a refeição
- **Permitir a escolha imediata do tipo de prato –** Após a escolha da data, os alunos deverão escolher o prato para a data escolhida.

Com a aplicação da medida sugerida acima seria possível obter com alguma confiança o número de alunos que iriam usufruir das cantinas escolares. Além disso, seria também possível dosear a quantidade de comida produzida para evitar o desperdício da mesma.

3.2.2 Transporte

Dos 3339 alunos da instituição, 1299 usufruíram do serviço de transporte no mês de outubro do ano 2015, segundo os dados fornecidos e presente no anexo V.

A figura 3.11 mostra a distribuição das localidades afetas ao serviço de transporte providenciado pela instituição de ensino.

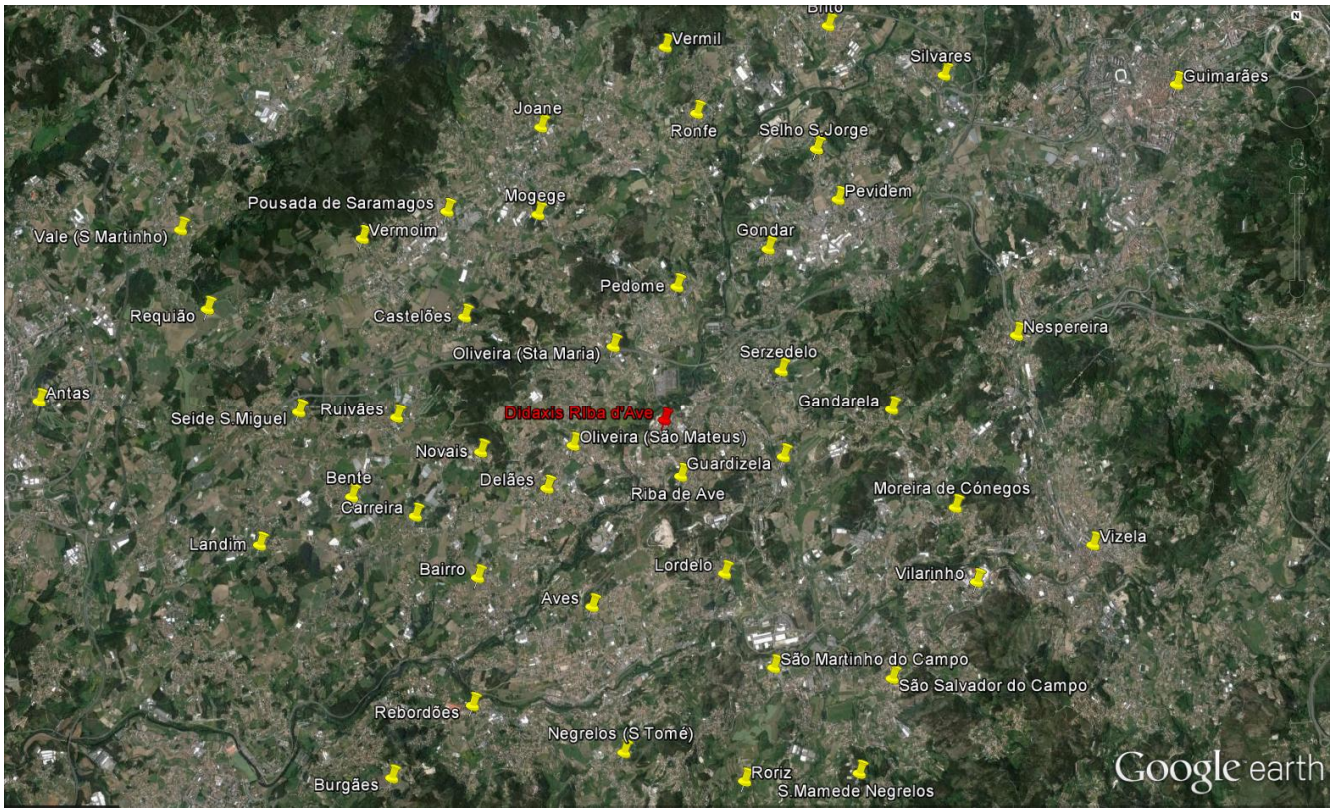


Figura 3.10 - Mapa da distribuição das localidades que usufruem do serviço de localização.

Conforme é visível, a localização das freguesias no mapa é dispersa não existindo nenhum ponto de recolha pré-definido em freguesias cuja localização seja muito próxima. Isto obriga a que os motoristas percorram todas as freguesias abrangidas pelo serviço de transporte para recolherem os alunos, aumentando desta forma o número de quilómetros a percorrer e, por conseguinte, o custo do serviço.

Por forma a melhorar o serviço de transportes decidiu diminuir-se o número de paragens a efetuar pelos autocarros. Como tal, e para escolher a melhor localização possível, aplicou-se uma extensão do método de centro de gravidade, uma vez que este método é relativamente simples e fácil de aplicar, permitindo usar os custos de transporte na decisão das novas localizações dos pontos de recolha dos alunos e permite ainda um estudo comparativo entre várias localizações (Peinado & Graeml 2007). Nesta extensão do método aplicam-se múltiplos centros de gravidade, ou seja, calcula-se um centro de gravidade para cada grupo de pontos, reafectam-se os pontos aos centros e recalculam-se estes, sendo o processo repetido até estabilizar.

Assim, inicialmente identificaram-se as coordenadas dos lugares de paragem segundo as coordenadas Universal Transverso de Mercator (UTM). Tais coordenadas foram obtidas utilizando um programa de localização, nomeadamente, o Google Earth (Anexo VI). Uma vez que é pretendido analisar as freguesias que auferem do serviço de transporte decidiu-se colocar a localização da instituição no ponto (0,0) no eixo de coordenadas exposto na figura 3.12. Para tal, subtraíu-se as coordenadas da instituição (550900 ; 4582875) a todas as coordenadas das localidades que auferem do serviço de transporte (Anexo VII).

A figura 3.12 reproduz as freguesias, representadas na figura 3.11, mas segundo as coordenadas UTM.. Conforme é também visível no gráfico, a sul da instituição estão representadas as freguesias que possuem o valor negativo no eixo y e a oeste todas as freguesias que possuem valor negativo no eixo do x.

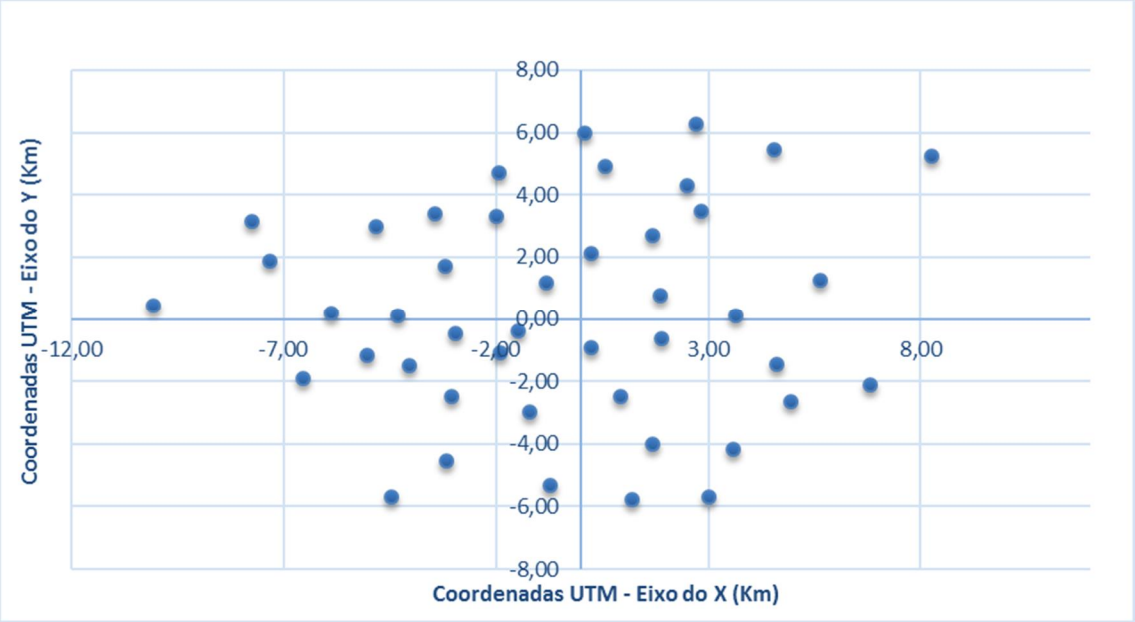


Figura 3.11 – Localização das freguesias abrangidas pelo serviço de transporte segundo coordenadas UTM (Anexo VII)

Por forma a otimizar este serviço, e reduzir os custos associados, foi decidido criar pontos de paragem pré-definidos que abrangessem, sempre que possível, um determinado conjunto de freguesias muito próximas de modo a localizar qual o ponto de paragem que garantisse o custo mínimo de serviço de transporte.

De seguida, calculou-se a melhor localização do possível ponto paragem segundo os seguintes parâmetros:

- Orientação da Freguesia
- Deslocação segundo o eixo de coordenadas horizontal (eixo X)

Assim sendo, os resultados obtidos foram os seguintes:

- **Orientação:** *Norte / Noroeste /*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** [0 Km , 4 Km [
- **Intervalo de deslocação vertical**: [0 Km , +∞ Km [

Tabela 3.1 -Localização ideal no intervalo horizontal [0 Km; 4 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	Km	X (Km)	Y (Km)
Brito	3	9,80	2,71	6,26
Gandarela	2	5,60	3,64	0,11
Gondar	25	5,10	1,70	2,71
Pedome	18	3,10	0,23	2,13
Pevidém	3	6,60	2,83	3,48
Ronfe	9	6,50	0,59	4,90
Selho S. Jorge	1	8,20	2,50	4,29
Serzedelo	149	3,30	1,88	0,75
Vermil	2	8,40	0,10	5,97
Local Ideal	***212***		***1,69***	***1,45***

Orientação: *Norte / Noroeste /*

- **Intervalo de deslocação horizontal:** *[4 Km , 8 Km[*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *[0 Km , +∞ Km [*

Tabela 3.2 - Localização ideal no intervalo horizontal [4 Km; 8 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	Km	X (Km)	Y (Km)

Nespereira	2	9,30	5,65	1,27
Silvares	1	9,40	4,56	5,44
Local Ideal	***3***		***5,28***	***2,66***

- **Orientação:** *Norte / Noroeste /*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *[8 Km , 12 Km [*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *[0 Km , +∞ Km [*

Tabela 3.3 - Localização ideal no intervalo horizontal [8 Km; 12 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	Km	X (Km)	Y (Km)
Guimarães	7	13,70	8,26	5,23
Local Ideal	***7***		***8,26***	***5,23***

- **Orientação:** *Este/Sudeste*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *[0 Km , 4 Km [*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *]-∞ Km, 0 Km [*

Tabela 3.4 - Localização ideal no intervalo horizontal [0 Km; 4 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	Km	X (Km)	Y (Km)
Campo (S Martinho)	11	8,10	1,69	-3,99
Guardizela	101	3,00	1,89	-0,63
Lordelo	13	4,20	0,92	-2,48
Riba de Ave	20	1,50	0,25	-0,92
Roriz	5	10,50	1,20	-5,79
São Salvador do Campo	4	8,00	3,58	-4,19
S.Mamede Negrelos	6	10,00	3,03	-5,69
Local Ideal	***150***		***1,66***	***-1,49***

- **Orientação:** *Este/Sudeste*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *[4 Km , 8 Km [*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *]-∞ Km, 0 Km [*

Tabela 3.5 - Localização ideal no intervalo horizontal [4 Km; 8 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	Km	X (Km)	Y (Km)
Moreira de Cónegos	9	7,80	4,63	-1,48
Vilarinho	15	9,40	4,95	-2,67
Vizela	23	10,50	6,81	-2,10
Local Ideal	***47***		***5,80***	***-2,16***

- **Orientação:** *Norte/Noroeste*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *]- 4 Km , 0 Km [*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *[0 Km , +∞ Km [*

Tabela 3.6 - Localização ideal no intervalo horizontal] -4 Km; 0 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	KM	X (Km)	Y (Km)
Castelões	7	6,30	-3,19	1,69
Joane	17	7,50	-1,92	4,72
Mogege	1	5,30	-1,99	3,32
Oliveira (Sta Maria)	61	3,30	-0,81	1,18
Pousada de Saramagos	9	7,80	-3,45	3,39
Local Ideal	***95***		***-1,45***	***2,08***

- **Orientação:** *Norte/Noroeste*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *]- 8 Km , - 4 Km]*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *[0 Km , +∞ Km [*

Tabela 3.7 - Localização ideal no intervalo horizontal] -8 Km; -4 Km]

Freguesia	Nº total de alunos	KM	X (Km)	Y (Km)
Requião	13	12,60	-7,34	1,88
Ruivães	57	6,00	-4,31	0,09
Seide S.Miguel	6	7,60	-5,88	0,20
Vale (S Martinho)	1	12,90	-7,75	3,16
Vermoim	7	9,10	-4,82	2,98
Local Ideal	***84***		***-4,97***	***0,65***

- **Orientação:** *Norte/Noroeste*

- **Intervalo de deslocação horizontal:** *]- 12 Km , - 8 Km]*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *[0 Km , +∞ Km [*

Tabela 3.8 - Localização ideal no intervalo horizontal] -12 Km; -8 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	KM	X (Km)	Y (Km)
Antas	10	12,50	-10,08	0,44
Local Ideal	***10***		***-10,08***	***0,44***

- **Orientação:** *Sul/Sudoeste*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *]- 4 Km , 0 Km [*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *]-∞ Km, 0 Km [*

Tabela 3.9 - Localização ideal no intervalo horizontal] --4 Km; -0 Km [

Freguesia	Nº total de alunos	KM	X (Km)	Y (Km)
Aves	16	4,20	-1,21	-2,98
Bairro	154	4,60	-3,04	-2,50
Delães	222	3,50	-1,90	-1,08
Negrelos (S Tomé)	0	7,90	-0,73	-5,31
Novais	51	4,50	-2,96	-0,49
Oliveira (São Mateus)	88	2,60	-1,48	-0,40
Rebordões	2	8,40	-3,15	-4,53
Local Ideal	***533***		***-2,25***	***-1,39***

- **Orientação:** *Sul/Sudoeste*
- **Intervalo de deslocação horizontal:** *]- 8 Km , -4 Km]*
- **Intervalo de deslocação vertical:** *]-∞ Km, 0 Km [*

Tabela 3.10 - Localização ideal no intervalo horizontal] --8 Km; -4Km]

Freguesia	Nº total de alunos	KM	X (Km)	Y (Km)
Bente	18	7,30	-5,05	-1,18
Burgães	0	10,10	-4,47	-5,67
Carreira	65	5,60	-4,03	-1,50
Landim	5	8,80	-6,54	-1,93
Local Ideal	***88***		***-4,38***	***-1,46***

Com a utilização do método centro de gravidade é possível reduzir o número de paragens a efetuar, como também a distância precorrida.

Figura 3.7 - Representação gráfica dos pontos ideais de paragem

O gráfico representado na figura 3.7 assinala a localização dos pontos ideais de paragem. Comparando a figura 3.6 com a figura 3.7, é possível observar que aplicando o método de centro de gravidade foi possível reduzir o número de paragens de 44 para apenas 10. Esta diminuição permitirá reduzir o número de quilómetros percorridos pelos autocarros e, por conseguinte, reduzir os custos associados ao serviço de transporte.

De forma a averiguar as vantagens obtidas com esta proposta decidiu calcular-se o custo do serviço ao longo de um ano letivo (176 dias). Primeiramente, calculou-se as distâncias entre o ponto de origem e o ponto de paragem previamente calculado.

Tabela 3.11 - Resumo da aplicação do método centro de gravidade no serviço de transporte

	Coordenada X do ponto ideal	Coordenada Y do ponto ideal	Número de Alunos	Distancia mínima (Km)– dj
[0 Km , 4 Km [- Norte / Noroeste	1,69	1,45	212,00	2,23
[4 Km , 8 Km[- Norte / Noroeste	5,28	2,66	**3,00**	**5,91**
[8 Km , 12 Km [- Norte / Noroeste	8,26	5,23	**7,00**	**9,78**
[0 Km , 4 Km [- Este / Sudeste	1,66	-1,49	160,00	2,23
[4 Km , 8 Km[- Este / Sudeste	5,80	-2,16	**47,00**	**6,19**
]- 4 Km , 0 Km] - Norte/Noroeste	-1,45	2,08	95,00	2,54
]- 8 Km , - 4 Km] - Norte/Noroeste	-4,97	0,65	84,00	5,01
]- 12 Km , - 8 Km] - Norte/Noroeste	-10,08	0,44	**10,00**	**10,09**
]- 4 Km , 0 Km] - Sul/Sudoeste	-2,25	-1,39	523,00	2,64
]- 8 Km , - 4 Km] - Sul/Sudoeste	-4,38	-1,46	88,00	4,62
			Total	51,23

De seguida, distribuiu-se os 11 autocarros que a instituição possui pelos pontos ideias de paragem a percorrer. Uma vez que existem quatro localizações cujo número de alunos não tem capacidade de preencher dois autocarros completos (um autocarro completo possuí 55 lugares), foi decidido que apenas um autocarro iria percorrer estas quatro localizações geográficas. Visto que as localizações geográficas se encontram no mesmo quadrante de coordenadas, o autocarro deverá repartir a volta recolhendo metade dos alunos numa primeira volta e a outra metade na segunda e última volta. Assim, unificou-se as seguintes localidades :

- ***[4 Km , 8 Km[- Norte / Noroeste***
- ***[8 Km , 12 Km [- Norte / Noroeste***
- ***[4 Km , 8 Km[- Este/Sudeste***
- ***]- 12 Km , - 8 Km] - Norte/Noroeste,***

ficando com uma distância mínima (d_j) de 31.97 Km.

Após a decisão anteriormente mencionada, existe agora, uma relação de 10 autocarros para os restantes seis locais. Decidiu-se então atribuir às localizações com um número de alunos superiores a 500, três autocarros por local. Às localizações cujo o número de alunos superiores for superior a 100, dois autocarros por local.

A distribuição destes autocarros têm como objetivo calcular o número de viagens necessário para recolher todos os alunos, e o número de quilómetros a percorrer pelos autocarros, desde a localização da instituição à localização ideal calculada, num percurso de ida e volta. Para efetuar um cálculo utilizou se a seguinte fórmula:

$$\frac{Nº\ de\ viagens}{autocarro} = \frac{Nº\ de\ Alunos\ a\ transportar}{Nº\ de\ autocarros \times Nº\ de\ lugares\ disponiveís} \quad (4)$$

Os dados obtidos estão presentes na tabela 3.12:

Tabela 3.12 -Distribuição dos autocarros por ponto ideal

	Número de Alunos	Distancia mínima (Km)– dj	Nº de autocarros	Nº de viagens a efetuar /autocarro	Total de Km percorridos (Escola - Paragem / Paragem - Escola)
[0 Km , 4 Km [- Norte / Noroeste	212	2,23	2	2	17,84
Conjunto de 4 localizações geográficas	67	31,97	1	2	127,88
[0 Km , 4 Km [- Este/Sudeste	160	2,23	2	2	17,84
]- 4 Km , 0 Km] - Norte/Noroeste	95	2,54	1	2	10,16

]- 8 Km , - 4 Km] - Norte/Noroeste	84	5,01	1	2	20,04
]- 4 Km , 0 Km] - Sul/Sudoeste	523	2,64	3	4	63,36

Na tabela 3.11 é possível observar a distribuição dos autocarros por localização, bem como as distâncias que os mesmos terão de percorrer numa viagem de ida -e-volta desde a instituição. O número de quilómetros percorridos entre a escola e as novas localizações também foram calculados, para tal utilizou-se a seguite fórmula:

$$Total\ de\ Km\ percorridos \quad = \lfloor N^{\underline{o}}\ de\ Viagens_{Ida-Volta} \times (2 \times d_j) \rfloor \times N^{\underline{o}} Autocarros \quad (5)$$

Uma vez que nesta instituição existem vários horários para várias turmas de alunos, obriga a que os autocarros percorram os novos trajetos definidos 5 vezes por dia (duas viagens durante a parte da manha, e três viagens durante a parte da tarde). Multiplicando o número de viagens pelo número de dias em que a instituição está aberta e fornece os serviços de educação, transporte e outros (176 dias), obtemos o valor anual de viagens realizadas pelos autocarros, mais precisamente 880 viagens anualmente.

Tabela 3.13 - Total de Km percorridos por ano

	Nº de Km percorridos numa viagem de ida-e-volta	**Nº de viagens anual**	**Total de Km a efetuar num ano**
[0 Km , 4 Km [- Norte / Noroeste	17,84	880	15699,2 Km
Conjunto de 4 localizações geográficas	127,88	880	112534,4 Km
[0 Km , 4 Km [- Este/Sudeste	17,84	880	15699,2 Km
]- 4 Km , 0 Km] - Norte/Noroeste	10,16	880	8940,8 Km
]- 8 Km , - 4 Km] - Norte/Noroeste	20,04	880	17635,2 Km
]- 4 Km , 0 Km] - Sul/Sudoeste	63,36	880	55756,8 Km

Total 226 265,60Km

A aplicação do método de gravidade reduz o número de quilómetros percorridos de 238 706,12 Km para 226 265.60 Km, uma redução de 5.21% em relação ao quilómetros precorridos anteriormente. Em termos económicos a aplicação deste método permitirá poupar cerca 4 560,28 € .

A redução do número de paragens a realizar poderá obrigar alguns encarregados de educação a tranportar os seus educandos ao lugar de paragem, diminuíndo o valor que este serviço tem nos mesmos.

De modo a diminuir o impacto desta medida atenuando assim a perda de valor que este serviço criava, poderá ser negociada uma diminuição do valor a pagar pelos encarregados de educação pelo serviço de transporte, de forma a que nenhuma das partes fique prejudicada

A uniformização dos horários escolares também poderá ser considerada para simplificar o funcionamento da escola e dos serviços escolares, principalmente o serviço de transportes. A unformização dos horários permitiria a redução do número de viagens a efectuar, de 5 viagens por dia para apenas 3 (uma viagem durante a parte da manha, e uma viagem depois da hora de almoço e outra viagem ao final de tarde).

Multiplicando o número de viagens por dia (3 conforme acima referido) pelos 176 dias (dias em que a instituição está em funcionamento) obtemos o valor anual de viagens feitas pelos autocarros, mais precisamente 528 viagens anualmente.

Tabela 3.14 - Total de Km percorridos por ano

	Nº de Km percorridos numa viagem de ida-e-volta	Nº de viagens anual	Total de Km a efetuar num ano
[0 Km , 4 Km [- Norte / Noroeste	17,84	528	9419,52 Km
Conjunto de 4 localizações geográficas	127,88	528	67520,64 Km
[0 Km , 4 Km [- Este/Sudeste	17,84	528	9419,52 Km
]- 4 Km , 0 Km] - Norte/Noroeste	10,16	528	5364,48 Km
]- 8 Km , - 4 Km] - Norte/Noroeste	20,04	528	10581,12 Km
]- 4 Km , 0 Km] - Sul/Sudoeste	63,36	528	33454,08 Km
		Total	**135 759,4 Km**

A otimização dos horários escolares em conjunto com método centro de gravidade irá permitir a redução número de quilómetros a efetuar num ano para 135 759, 4 Km. Comparando a uniformização de horários como o número de quilometros inicialmente feitos, existe uma redução em cerca de 40%. Grande parte desta redução deve-se à redução do número de viagens efetuadas pelos autocarros.

Tabela 3.15 - Resumo dos métodos aplicados e das respetivas poupanças

	Serviço de transportes não otimizado	Serviço de transportes usando método centro de gravidade	Otimização de horários e utilização método centro de gravidade
Número de quilómetros percorridos	238 706 Km	226 265,60 Km	135 759,4 Km
Percentagem na redução de quilómetros	0%	5.21%	43.13%
Gastos devido aos quilómetros percorridos	95 066,52 €	90 506,24 €	54 303,76 €

A tabela 3.15 indica de forma resumida as vantagens que cada método sugerido anteriormente proporciona. Conforme é visível, a uniformização dos horários em

conjunto com o método de gravidade propociona uma maior poupança, quando comparado apenas com método centro de gravidade.

4. Conclusão

A filosofia *Lean* promove a eliminação dos desperdícios promovendo uma cultura de valor na produção de mercadorias. Graças à adaptabilidade desta filosofia, a mesma pode ser aplicada em vários setores da economia global (indústria, serviços, transportes), no entanto é necessário ter em atenção que o conceito de desperdício e valor difere de setor para setor.

Alguns destes setores, como é o caso dos serviços, não têm uma abordagem definida que permita a eliminação dos desperdícios neste setor, como tal deve ser feita uma análise cuidadosa do serviço que é pretendido melhorar, nunca esquecendo o foco no cliente, a definição de valor e a eliminação do desperdício.

O estudo de caso realizado demonstrou que é possível otimizar os processos de limpeza e o *layout* de uma cantina por forma a tornar o processo mais fácil e menos longo. Esta poupança poderá reduzir o tempo das tarefas deixando os colaboradores disponíveis para a realização de outras tarefas dentro do refeitório escolar.

Relativamente ao serviço de transporte, a utilização do método centro de gravidade permitiu reduzir o número de paragens de 44 lugares de paragam para apenas 10, diminuindo assim a distância percorrida pelos autocarros da instituição. Associando este método com a uniformização dos horários consegue-se uma poupança de 40 762,76€/ano, que poderiam ser investidos em outros setores da escola.

Futuros estudos deverão ser realizados, de modo a perceber a opinião dos pais dos alunos face a estas propostas de melhoria, nos sentido de garantir um nível de serviço ao cliente adequado às expectativas dos mesmos. Numa perspetiva de melhoria contínua, esta análise pode também servir para chamar a atenção à necessidade de aplicar esta filosofia a outros serviços.

5. Referências bibliográficas

Abdi, F. et al., 2006. Glean lean: how to use lean approach in service industries? *Journal of Services Research*, 6. Available at: http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Glean+lean:+how+to+use+lean+approach+in+service+industries?#0 [Accessed October 6, 2014].

Alves, A.C. et al., 2011. Benefits of Lean Management: Results form some Industrial Cases in Portugal. In *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2011)*. p. 9.

Anon, 2010. *5S Pocket Guide*, South Yorkshire: Biosign.

Bash, E., 2015. No Title No Title NBNBNB. *PhD Proposal*, 1, pp.1–18. Available at: https://leancor.com/blog/lean-transportation-management-creating-operational-and-financial-stability/.

Bowen, D.E. & Youngdahl, W.E., 1998. "Lean" service: in defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, 9(3), pp.207–225. Available at: http://www.emeraldinsight.com/10.1108/09564239810223510.

Chee, A., 2009. Facility layout improvement using systematic layout planning (SLP) and ARENA. , (May).

Katriastika, V., Indra, T.P. & Indrayadi, Y., 2013. A REDESIGN LAYOUT TO INCREASE PRODUCTIVITY OF A COMPANY. , (2013).

Maia, L.C., Alves, A.C. & Leão, C.L., 2011. METODOLOGIAS PARA IMPLEMENTAR LEAN PRODUCTION: UMA REVISÃO CRITICA DE LITERATURA. In *CLME´2011*.

Nave, D., 2002. How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints: A

framework for choosing what's best for your organization. *Quality Progress*, 35, pp.73–78. Available at: ftp://70.188.249.82/StarTech/Work Laptop/WSU/HFE 699 - Stats II/Paper - Six Sigma/How to compare six sigma - qp0302nave.pdf [Accessed October 6, 2014].

Peinado, J. & Graeml, A.R., 2007. *Administração da Produção (Operações Industriais e de serviços)*,

Rahman, N.A.A., Sharif, S.M. & Esa, M.M., 2013. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, pp.174–180. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113002323.

Seddon, J., Donovan, B.O. & Zokaei, K., 2011. Rethinking Lean Service. *Service Design and Delivery*, (1972), pp.41–60. Available at: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-8321-3_4 [Accessed October 6, 2014].

Sfredo, J. et al., 2006. Análise de fatores relevantes quanto à localização de empresas : comparativo entre uma indústria e uma prestadora de serviços com base nos pressupostos teóricos . , pp.1–9.

Shingo, S., 1996. *Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*, Porto Alegre.

Silva, J. & Lima, R., 2013. *JULIANA STELMASTCHUK DA SILVA, , Raquel PINTO LIMA*.

Stank, T.P. & Crum, M.R., 1997. Just-In-Time Management and Transportation Service Performance in a Cross-Border Setting. , 36, No. 3.

Tahara, S. & Amigo, C., 2012. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). *2008*. Available at:

http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/FMEA-Failure-Mode-and-Effect-Analysis [Accessed January 1, 2016].

Womack, J.P. et al., 1991. *A máquina que mudou o mundo : baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel*, Rio de Janeiro: Elsevier.

Womack, J.P. & Jones, D.T., 2003. *Lean Thinking : banish waste and create wealth in your corporation* New York :,

Anexo I - Custos afetos ao serviço de transporte e cantina (2014)

Matrícula	Custos de afetos ao serviço de transportes										CUSTO TOTAL
	Combustíveis Euros	Remuneração	Portagens	Óleo	Inspecções	Seguros	Mat. Reparação	Subst. Aut. /Avaria	Pneus	Tx/Multas	
28-52-MN	4 874,76 €	301,21 €	559,80 €	82,76 €	61,08 €	238,11 €	901,34 €	0,00 €	180,49 €	0,00 €	7 199,55 €
43-HI-15	1 337,19 €	301,21 €	240,85 €	0,00 €	30,54 €	233,01 €	220,91 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	2 363,71 €
04-43-XZ	11 479,93 €	26 105,59 €	111,55 €	578,13 €	152,36 €	487,47 €	2 051,52 €	0,00 €	1 722,00 €	0,00 €	42 688,55 €
05-81-VM	11 311,69 €	23 093,54 €	217,45 €	211,44 €	152,36 €	487,47 €	1 139,85 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36 613,80 €
27-62-CR	8 811,75 €	17 594,83 €	67,15 €	22,34 €	91,44 €	487,47 €	844,93 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	27 919,91 €
45-GI-04	9 203,61 €	8 861,95 €	42,40 €	364,55 €	152,36 €	1 587,06 €	3 633,28 €	450,00 €	1 501,09 €	0,00 €	32 010,56 €
67-GH-98	10 487,91 €	18 594,59 €	39,60 €	6,93 €	152,36 €	1 601,67 €	1 095,30 €	0,00 €	1 416,28 €	0,00 €	45 994,64 €
70-53-ZX	8 892,61 €	17 862,96 €	633,85 €	41,11 €	152,36 €	404,22 €	5 097,22 €	350,00 €	486,59 €	0,00 €	44 191,24 €
72-67-OL	11 851,99 €	22 030,12 €	232,75 €	36,69 €	152,36 €	487,47 €	2 461,10 €	0,00 €	61,50 €	0,00 €	41 284,30 €
79-GD-60	11 556,46 €	21 813,20 €	56,85 €	180,79 €	152,36 €	498,75 €	2 260,21 €	0,00 €	1 219,47 €	0,00 €	45 682,51 €
98-56-BR	5 258,62 €	2 751,21 €	28,10 €	31,02 €	91,44 €	487,47 €	1 116,62 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	16 952,66 €
TOTAL	**95 066,52**	**159 310,40**	**2 230,35**	**1 555,76**	**1 341,02**	**7 000,17**	**20 822,28**	**800,00**	**6 587,42**	**0,00**	**294 713,92 €**
%	32,26%	54,06%	0,76%	0,53%	0,46%	2,38%	7,07%	0,27%	2,24%	0,00%	

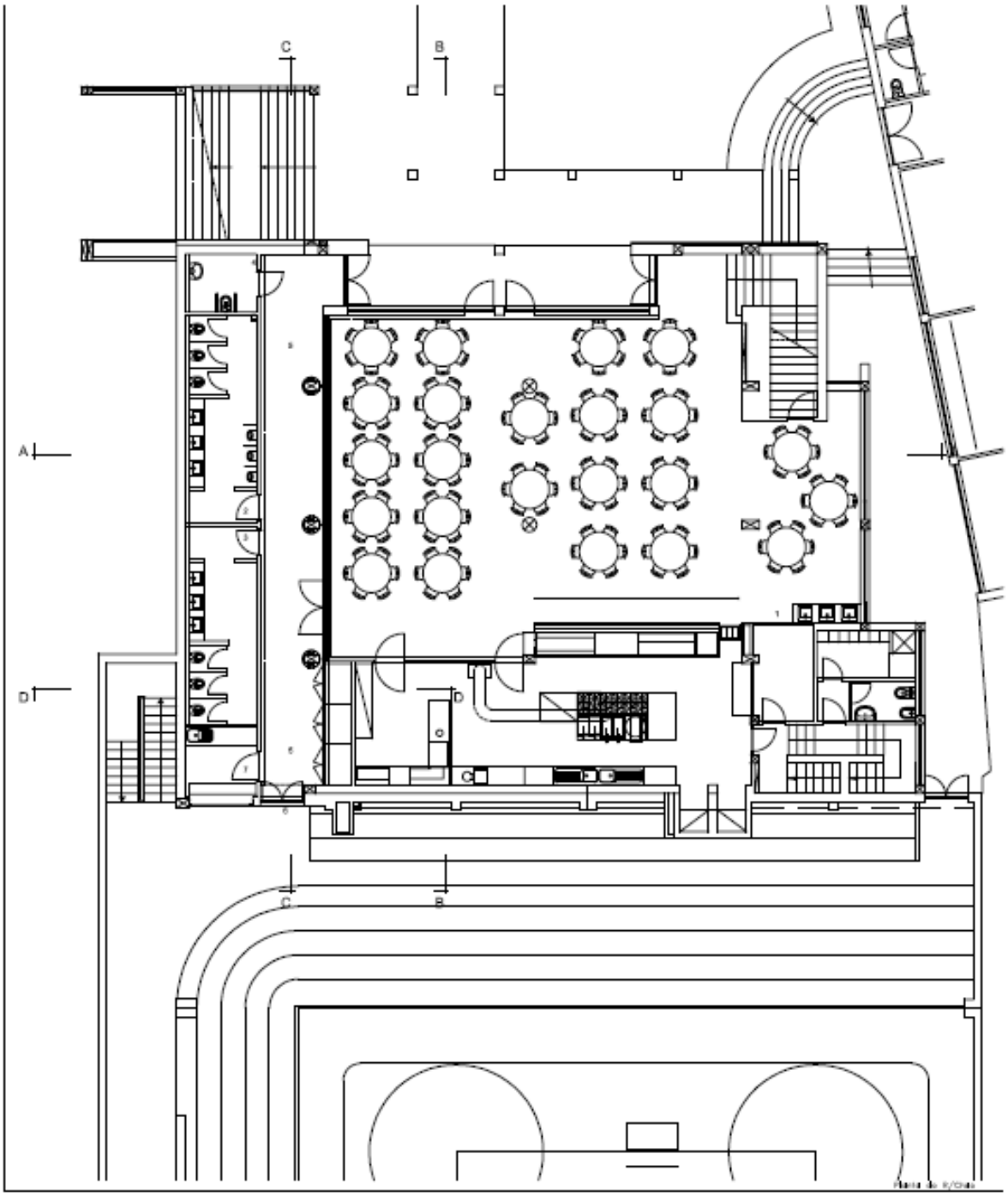
Custo afeto à Cantina 2014								
Vencimentos - Directos	Honorários	Material de Limpeza	Saneamento	Serviços Desinfeção	Electricidade	Gás	Água	Custo Total
138 273,28 €	1 775,00 €	19 986,07 €	0,00 €	1 325,94 €	5 540,83 €	5 123,45 €	16,64 €	172 041,20 €

Anexo II – Distância percorrida e gastos em combustível por veículo

Matrícula	Nº Km percorridos	Combustíveis Euros
28-52-MN	36939	4 874,76 €
43-HI-15	13603	1 337,19 €
04-43-XZ	23152	11 479,93 €
05-81-VM	19524	11 311,69 €
27-62-CR	15542	8 811,75 €
45-GI-04	17861	9 203,61 €
67-GH-98	20229	10 487,91 €
70-53-ZX	36472	8 892,61 €
72-67-OL	24353	11 851,99 €
79-GD-60	21605	11 556,46 €
98-56-BR	9426	5 258,62 €
TOTAL	**238 706**	**95 066,52 €**
	Custo por Km	0,40 €

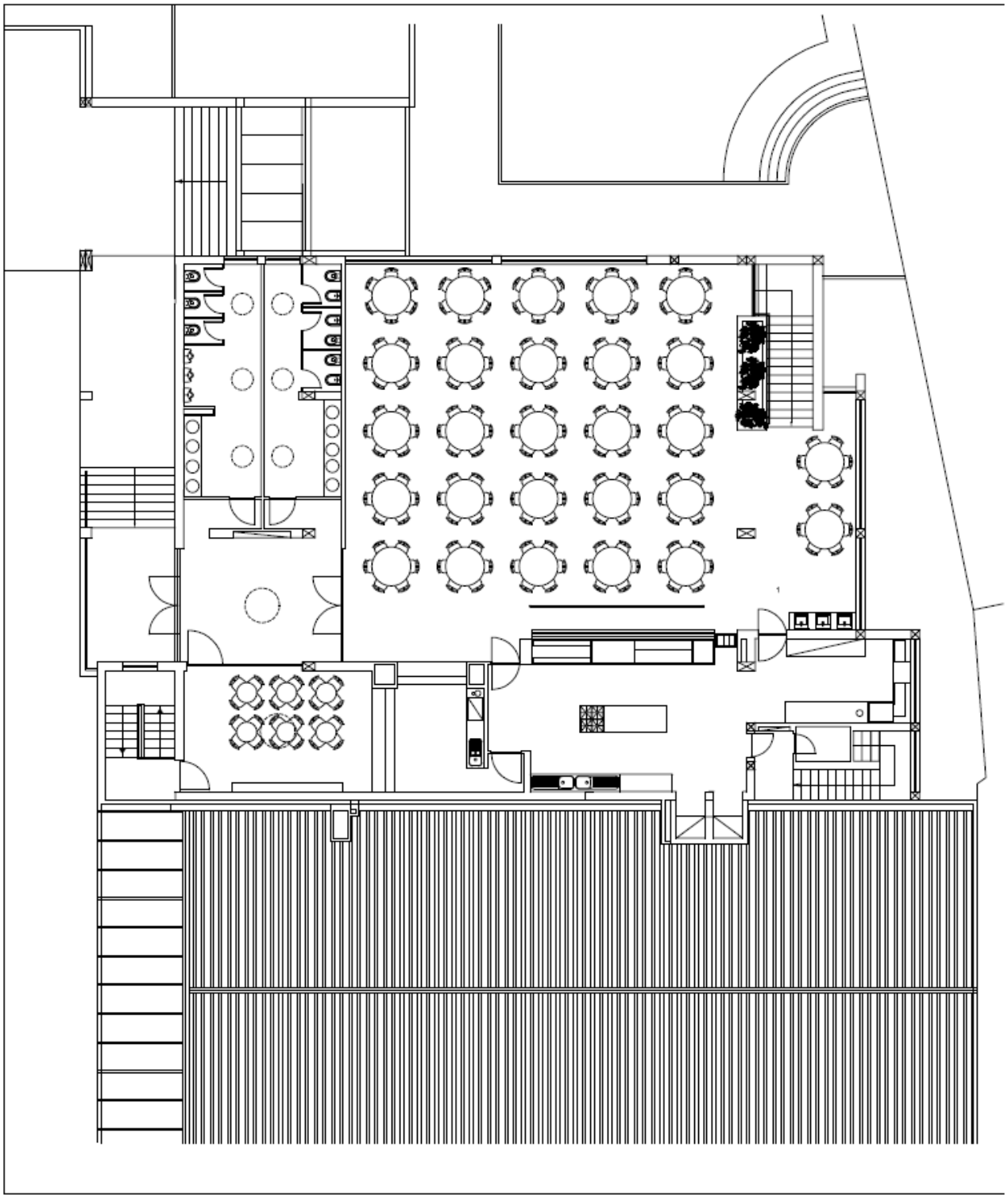
Anexo III – Planta do refeitório (rés -do- chão)

Rés –do -Chão



Anexo IV - Planta do refeitório (1º andar)

1º Andar



Anexo V – Número de alunos por freguesia

Freguesia	Nº total de alunos
Antas	10
Aves	16
Bairro	154
Bente	18
Brito	3
Burgães	0
Campo (S Martinho)	11
Carreira	65
Castelões	7
Delães	222
Gandarela	2
Gondar	25
Guardizela	101
Guimarães	7
Joane	17
Landim	5
Lordelo	13
Mogege	1
Moreira de Cónegos	9
Negrelos (S Tomé)	0
Nespereira	2
Novais	51
Oliveira (São Mateus)	88
Oliveira (Sta Maria)	61
Pedome	18
Pevidem	3
Pousada de Saramagos	9
Rebordões	2
Requião	13
Riba de Ave	20
Ronfe	9
Roriz	5
Ruivães	57
São Salvador do Campo	4
S.Mamede Negrelos	6
Seide S.Miguel	6
Selho S.Jorge	1
Serzedelo	149
Silvares	1
Vale (S Martinho)	1
Vermil	2
Vermoim	7
Vilarinho	15
Vizela	23
Total	***1229***

Anexo VI – Coordenadas UTMZ das freguesias

Freguesia	Coordenada UTMZ (χ)	Coordenada UTMZ (y)
Antas	540 823,00	4 583 313,00
Aves	549 692,00	4 579 894,00
Bairro	547 860,00	4 580 380,00
Bente	545 851,00	4 581 700,00
Brito	553 612,00	4 589 139,00
Burgães	546 435,00	4 577 201,00
Campo (S Martinho)	552 588,39	4 578 884,42
Carreira	546 872,40	4 581 377,64
Castelões	547 709,12	4 584 569,00
Delães	548 996,00	4 581 794,00
Gandarela	554 536,00	4 582 980,00
Gondar	552 598,00	4 585 580,00
Guardizela	552 792,00	4 582 244,00
Guimarães	559 161,00	4 588 105,00
Joane	548 978,00	4 587 592,00
Landim	544 356,00	4 580 949,00
Lordelo	551 824,18	4 580 394,34
Mogege	548 912,00	4 586 193,00
Moreira de Cónegos	555 526,00	4 581 398,00
Negrelos (S Tomé)	550 168,00	4 577 562,00
Nespereira	556 548,00	4 584 141,00
Novais	547 938,00	4 582 387,00
Oliveira (São Mateus)	549 424,00	4 582 472,00
Oliveira (Sta Maria)	550 090,00	4 584 058,00
Pedome	551 128,00	4 585 002,00
Pevidem	553 730,00	4 586 357,00
Pousada de Saramagos	547 449,00	4 586 267,00
Rebordões	547 748,00	4 578 341,00
Requião	543 563,00	4 584 757,00
Riba de Ave	551 145,00	4 581 955,00
Ronfe	551 485,00	4 587 772,00
Roriz	552 096,00	4 577 086,00
Ruivães	546 593,00	4 582 962,00
São Salvador do Campo	554 479,00	4 578 689,00
S.Mamede Negrelos	553 929,00	4 577 188,00
Seide S.Miguel	545 018,00	4 583 074,00
Selho S.Jorge	553 397,00	4 587 169,00
Serzedelo	552 780,00	4 583 629,00
Silvares	555 456,00	4 588 316,00
Vale (S Martinho)	543 146,00	4 586 039,00
Vermil	550 996,00	4 588 845,00
Vermoim	546 077,00	4 585 853,00
Vilarinho	555 849,00	4 580 210,00
Vizela	557 712,00	4 580 773,00

Anexo VII - Coordenadas UTMZ das freguesias em quilometros

Localização	Coordenada X (Km)	Coordenada Y (Km)
Antas	-10,08	0,44
Aves	-1,21	-2,98
Bairro	-3,04	-2,50
Bente	-5,05	-1,18
Brito	2,71	6,26
Burgães	-4,47	-5,67
Campo (S Martinho)	1,69	-3,99
Carreira	-4,03	-1,50
Castelões	-3,19	1,69
Delães	-1,90	-1,08
Gandarela	3,64	0,11
Gondar	1,70	2,71
Guardizela	1,89	-0,63
Guimarães	8,26	5,23
Joane	-1,92	4,72
Landim	-6,54	-1,93
Lordelo	0,92	-2,48
Mogege	-1,99	3,32
Moreira de Cónegos	4,63	-1,48
Negrelos (S Tomé)	-0,73	-5,31
Nespereira	5,65	1,27
Novais	-2,96	-0,49
Oliveira (São Mateus)	-1,48	-0,40
Oliveira (Sta Maria)	-0,81	1,18
Pedome	0,23	2,13
Pevidem	2,83	3,48
Pousada de Saramagos	-3,45	3,39
Rebordões	-3,15	-4,53
Requião	-7,34	1,88
Riba de Ave	0,25	-0,92
Ronfe	0,59	4,90
Roriz	1,20	-5,79
Ruivães	-4,31	0,09
São Salvador do Campo	3,58	-4,19
S.Mamede Negrelos	3,03	-5,69
Seide S.Miguel	-5,88	0,20
Selho S.Jorge	2,50	4,29
Serzedelo	1,88	0,75
Silvares	4,56	5,44
Vale (S Martinho)	-7,75	3,16
Vermil	0,10	5,97
Vermoim	-4,82	2,98
Vilarinho	4,95	-2,67
Vizela	6,81	-2,10