

***Kaizen Lean* em Laboratórios de Análises Clínicas**

Kaizen Institute

Diogo Garcez Gonçalves

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Henriqueta Sampaio da Nóvoa

Orientador no Instituto *Kaizen*: Eng.º António Sotto Mayor



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2012-06-29

À família, amigos e aos orientadores...

“Não tenho ídolo. Admiro o trabalho, a dedicação e a competência.”

Ayrton Senna

Resumo

O tecido empresarial europeu e em particular o português, apresenta algumas dificuldades em manter resultados positivos. Esta situação deve-se essencialmente à desaceleração do investimento e aos maiores custos de financiamento resultantes da crise da dívida soberana. O setor análises clínicas é um dos setores mais afetados tendo em conta que grande parte das análises efetuadas são comparticipadas pelo Estado Português, que atualmente desempenha um esforço na redução dos gastos do setor público. Sucessivos cortes nas tabelas de comparticipação das análises clínicas levam à necessidade de adotar novas estratégias organizativas e otimizar recursos existentes, destacando-se a solução da centralização das operações no caso dos grandes grupos laboratoriais.

Com a centralização das operações como objetivo primário, surgiu a oportunidade do Instituto Kaizen trabalhar na Empresa X, de forma a garantir a centralização de vários laboratórios. Através da aplicação de ferramentas de melhoria da produtividade com base na filosofia *lean*, foi possível iniciar a centralização das operações num laboratório que, mesmo antes do projeto, apresentava já falta de espaço e uma baixa e decrescente eficiência operacional.

Esta dissertação apresenta o conceito *lean* que traça os principais objetivos das atividades de melhoria contínua realizadas no laboratório, abordando as ferramentas de Gestão de Fluxo Total, parte do modelo *Kaizen Management System*. Nestas ferramentas estão incluídas o desenho de linhas e *layout* ou ainda o *Standard Work*, que permitiram ganhar espaço e tornar a centralização possível mantendo os mesmos padrões de qualidade. Estes ganhos foram possíveis não só pelas ferramentas utilizadas, mas também pela aplicação de um método de implementação de fluxo *lean* estruturado.

Os resultados obtidos permitiram aumentos de produtividade médios superiores a 40% nas áreas intervencionais e, futuramente garantirão ganhos nos resultados operacionais superiores a 6 dígitos através da eliminação de desperdício, existindo ainda várias oportunidades de melhoria a implementar.

Abstract

European companies and in particular the Portuguese, present some difficulties in maintaining positive results taking into account the slowdown in investment, and higher funding costs resulting from the sovereign debt crisis. The case of clinical laboratories, is even more critical since most of the analyzes performed are reimbursed by the Portuguese Healthcare System, who currently is making an effort to reduce public sector spending, which is included in the Health. Successive cuts in reimbursement tables of medical tests, create the need to adopt new strategies and develop new organizational processes through the optimization of existent resources, being the centralization of operations the stronger solution to achieve these results.

Given this economic environment, the opportunity for Kaizen Institute's to work in an international laboratory group arose, in order to ensure the centralization of several laboratories in Portugal. Through the application of productivity enhancement tools based on a *lean* philosophy, it was possible to start the centralization of the operations in a laboratory that worked, even before, with lack of space, and a low and decreasing operational efficiency.

This thesis presents the *lean* concept, which outlines the main objectives of the continuous improvement activities performed in the laboratory, by addressing the tools of Total Flow Management, part of the model Kaizen Management System, which include tools such as line and *layout* design or Standard Work, allowing to gain space and make possible the centralization, maintaining the same quality standards. These gains are possible not only by the tools used, but also by applying structured and efficient methods to obtain a *lean* flow in laboratories.

The project led to an increase in productivity superior to 40% in the areas already interventioned and ensured future gains in operational results superior to 6 digits, through the elimination of waste.

Agradecimentos

Ao Eng.º António Sotto Mayor, João Castro e André Pinho Oliveira por me terem acompanhado de perto nos projetos, pela ajuda e por todo o conhecimento que me passaram.

A toda a estrutura do Instituto Kaizen, pelo bom ambiente, pelo conhecimento e pela disponibilidade em ajudar e me aceitarem como parte da equipa.

À Professora Henriqueta Nóvoa por todo o apoio prestado não só durante a tese, mas também durante grande parte do meu percurso académico.

A todos aqueles que no laboratório me ajudaram a desenhar e implementar as soluções.

Glossário

Bordo de Linha – Local próximo de uma linha produtiva onde se encontram os materiais necessários à operação executada na linha de forma organizada e acessível de forma a reduzir o desperdício.

Gemba – Palavra japonesa utilizada na indústria para descrever o chão de fábrica onde se acrescenta valor.

Kaizen – Duas palavras japonesas que significam Melhoria Contínua.

Muda – Palavra japonesa para desperdício.

Pull Flow – Sistema de gestão da produção onde o planeamento é puxado com base em ordens finais do cliente seguinte.

Lean – Significa “magro”, “sem desperdício”. Utilizado para descrever um sistema de produção denominado “Lean Production”, com base no Just-In-Time”.

Poka-yoka – Palavra japonesa para um sistema ou dispositivo à prova de erro que evita a produção ou transmissão de defeitos.

5S – Metodologia de organização do posto de trabalho com origem em cinco palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiketsu*, *Seisou* e *Shitsuke*. Significam triar, arrumar, limpar, normalizar e disciplinar respetivamente.

Lead time – Tempo que um determinado produto demora a percorrer a cadeia de valor desde a sua origem até ao cliente.

WIP – *Work In Process* - material que se encontra entre processos ou a ser processado.

Índice de figuras

Figura 1 – Escritórios do Kaizen Institute. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).....	2
Figura 2 – Crescimento da Empresa X no intervalo de 1998 a 2011 (estimativa).....	4
Figura 3 – Caracterização do projeto com áreas de atuação, ferramentas utilizadas e objetivos.....	5
Figura 4 – Estrutura do enquadramento teórico.	6
Figura 5 – Modelo TFM. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).....	8
Figura 6 – <i>Layout</i> funcional antes da implementação de ferramentas Kaizen e <i>layout</i> em célula após implementação. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).....	9
Figura 7 – Diagrama de esparguete na zona de Citometria de fluxo à esquerda. À direita readaptação da célula de trabalho. Fonte: (Joseph, 2006).	10
Figura 8 – Estantes dinâmicas e esquema de abastecimento frontal do Bordo de Linha. Fonte: (Mecalux, 2012).	11
Figura 9 – Relação entre a melhoria contínua e os <i>standards</i> . Ao longo do Tempo, as Normas permitem sustentar a mudança. Fonte: (Kaizen Institute, 2011)....	12
Figura 10 - Ciclo de trabalho de um laboratório. Adaptado de: (Truchaud, et al., 1997).	15
Figura 11- Áreas de especialização de um laboratório e distribuição do <i>know-how</i> técnico. Adaptado de: (Truchaud, et al., 1997).....	16
Figura 12 – É necessário substituir o desperdício por Valor Acrescentado (VA). (Kaizen Institute, 2011).....	17
Figura 13 – Simulação Semi-realista do fluxo no laboratório. Fonte: (Truchaud, et al., 1997).....	19
Figura 14 – Análise SWOT ao mercado das análises clínicas.	24
Figura 15 – Corredores do laboratório.	25
Figura 16 – Variabilidade dos meios de transporte: tubos de colheita, frascos de vidro de hemocultura, frascos de urinas 24 horas.....	26
Figura 17 – Estrutura do Edifício.	27
Figura 18 – Máquinas com cartões de cores criados pela auditoria que indicam se estão operacionais.	28
Figura 19 – <i>Layout</i> Inicial da Parasitologia. 2 – Desarrumação do <i>workplace</i> . 3 – Corredores estreitos e postos de trabalho sobrepostos. 4 – Material desatualizado. (*) Valores médios desde o início de 2012.....	30
Figura 20 – <i>Layout</i> proposto para a parasitologia e custos associados à movimentação.	31
Figura 21 – Em cima: situação inicial da arca -30°C, localizada junto à casa de banho e Chiron. Em baixo situação correspondente após primeiras alterações.....	32
Figura 22 – Resultado final da proposta implementada.	33
Figura 23 – À esquerda antiga zona das urinas 24 com frascos prontos para análise. À direita desorganização evidente do posto de trabalho nas Urinas Tipo 2....	35
Figura 24 – Desenho da solução a implementar na zona das Urinas Tipo 2.....	36
Figura 25 – Documentos desnecessários, <i>stocks</i> e divisórias/móveis removidos.	37

Figura 26 – Estante dinâmica desenhada com movimentação gravítica de tabuleiros através de rolos que evita situações como tabuleiros sobrepostos e desorganizados.....	38
Figura 27 – Zona de validação da Microbiologia.....	40
Figura 28 – Desenho dos postos de trabalho e do carro de apoio de acordo com a filosofia <i>Lean</i>	41
Figura 29 – Desenho da Solução Futura na Microbiologia.	42
Figura 30 – À esquerda o mockup do posto de trabalho desenhado. No centro a eliminação de máquinasdescontinuadas e carro desenhado para testes. À direita, dispensador automático de placas.	43
Figura 31 – <i>Overview</i> do modelo de <i>stocks</i> construído para o laboratório.....	45
Figura 32 – <i>Kanban</i> Modelo.....	45
Figura 33 – Esquema de Localização utilizado, etiqueta tipo, e aplicação no contexto de um armário de reagentes tóxicos.	46
Figura 34 – Desenho de uma rota exemplo para 10 postos.	46
Figura 35 – Carro normalizado para transporte de amostras dos postos.	47
Figura 36 – Quadro de seguimento de indicadores, implementação dos 5S's e Gestão Visual.....	48

Índice de tabelas

Tabela 1 – Automação de baixo custo em comparação com a automação tradicional. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).	13
Tabela 2 – Associação de ferramenta <i>Lean</i> vs. Oportunidade de melhoria. Adaptado de: (Villa, 2010).....	20
Tabela 3 – Níveis e elementos do <i>Kaizen</i> Diário. Adaptado de: (Kaizen Institute, 2011).	21
Tabela 4 – Ganhos de produtividade nas Urinas e Parasitologia.	37
Tabela 5 – Tabela Modelo para avaliação de tempos de ciclo na validação dos resultados das Urinas.	40
Tabela 6 – Ganhos de produtividade na Microbiologia.	41

Índice de Conteúdos

1.	Introdução.....	1
1.1.	O Instituto Kaizen	1
1.2.	A visão <i>Kaizen</i>	2
1.3.	A Empresa X.....	4
1.4.	Objetivos do Projeto	4
1.5.	Temas Abordados	5
2.	Enquadramento teórico	6
2.1.	Filosofia <i>Lean</i>	6
2.2.	TFM – Total Flow Management.....	7
2.2.1.	Estabilidade Básica.....	8
2.2.2.	Fluxo na Produção em Laboratórios.....	9
2.3.	Implementação do Fluxo <i>Lean</i> em Laboratórios	14
2.3.1.	Avaliação do estado atual e perceção das melhorias	15
2.3.2.	Desenho da Solução de Acordo com Objetivos	16
2.3.3.	Implementação da Solução	20
2.3.4.	Monitorização e Manutenção da Solução.....	21
2.4.	Resumo	22
3.	Estado Inicial.....	23
3.1.	O mercado das Análises Clínicas.....	23
3.2.	O laboratório tradicional: características e problemas.....	24
3.3.	<i>Layout</i>	26
3.4.	Síntese	27
4.	Projetos de melhoria implementados	28
4.1.	Avaliação do Estado Inicial e Perceção de Melhorias Gerais.....	28
4.2.	Parasitologia.....	29
4.2.1.	Estado Inicial Parasitologia	30
4.2.2.	Desenho da Solução Futura de Acordo com Objetivos.....	30
4.2.3.	Implementação da solução.....	32
4.2.4.	Monitorização e Manutenção da Solução.....	34
4.3.	Urinas Tipo 2 e 24 horas	34
4.3.1.	Estado Inicial Urinas	35
4.3.2.	Desenho da Solução Futura de Acordo com Objetivos.....	36

4.3.3.	Implementação da solução.....	37
4.3.4.	Monitorização e Manutenção da Solução.....	38
4.4.	Microbiologia.....	39
4.4.1.	Estado Inicial da Microbiologia	39
4.4.2.	Desenho da solução Futura de Acordo com Objetivos.....	40
4.4.3.	Implementação da solução.....	43
4.5.	Outras Zonas	43
4.6.	Outros Projetos de Melhoria Implementados	44
4.6.1.	<i>Stocks</i>	44
4.6.2.	Postos e Rotas.....	46
4.7.	Síntese.....	48
5.	Conclusões	49
6.	Perspetivas de trabalho futuro	51
	Referências Bibliográficas.....	52
	Anexo A - <i>Layout</i> Inicial do Laboratório	54
	Anexo B - Planeamento das tarefas	55
	Anexo C - Template da Auditoria 5 S's	58
	Anexo D - Mapeamento dos processos na Microbiologia.....	59
	Anexo E – Medição de tempos na Microbiologia	61
	Anexo F – Mapas de indicadores padrão.....	62
	Anexo G – <i>Layout</i> Final	64
	Anexo H - Postos.....	65
	Anexo I – Desenho técnico do posto de sementeira.....	68
	Anexo J – Desenho da Estante dinâmica das Urinas.....	69
	Anexo K – Mapas de Trabalho Sementeira Urinas	70
	Anexo L – <i>Layout</i> Inicial 2º Piso.....	71
	Anexo M – <i>Layout</i> Final 2º Piso	72
	Anexo N - Quadro Kaizen Diário dos Postos.....	73

1. Introdução

No âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, foi proposto um projeto numa empresa de consultoria, o *Kaizen Institute*. O projeto tem como objetivo a aplicação das ferramentas Kaizen/*Lean* na área das Análises Clínicas e o desenho do *layout* de um laboratório *lean*, de forma a permitir a centralização das operações de 5 laboratórios.

Esta vontade de mudança sentida pela empresa decorre dos recentes cortes governamentais na comparticipação das análises clínicas, numa tentativa de contenção de despesas do setor público. Esta situação não é particular de um só país, mas uma tendência crescente por todo o mundo, principalmente após a crise da dívida soberana e a pressão em reduzir a fatura com os gastos de saúde dos estados.

A centralização permitirá então o aumento da produtividade e regresso aos valores de EBITDA anteriores aos cortes nas comparticipações governamentais nas tabelas de preços das análises clínicas.

No próximo ponto será apresentado o Instituto Kaizen, a sua visão e por fim a empresa onde decorreu o trabalho. A organização e temas tratados neste trabalho serão abordados no fim deste capítulo.

1.1. O Instituto Kaizen

A palavra Kaizen surge da junção de duas palavras japonesas “Kai” e “Zen” que significam “Mudar” e “Melhor” dando no seu conjunto origem à tradução para “Melhoria Contínua”.

Assim surge o *Instituto Kaizen*, fundado em 1985 e sediado em Zug na Suíça. O seu Fundador e proprietário, Masaaki Imai é mundialmente reconhecido há mais de 20 anos como uma das personalidades mais importantes na área do *Lean* e da Melhoria Contínua.

O Kaizen é reconhecido como uma das maiores empresas de consultoria operacional e dedica-se essencialmente ao desenho e implementação de soluções baseadas numa filosofia de melhoria contínua. Esta filosofia baseia-se na melhoria dos processos e em dotar as empresas do conhecimento necessário para se tornarem autónomas na melhoria contínua. Assim se define a missão do Instituto Kaizen: ajudar os clientes a melhorarem as suas organizações, sendo capazes de sustentar a melhoria contínua na técnica, cultura e liderança da empresa.

Presente em Portugal desde 1999 com escritórios em Lisboa e Vila Nova de Gaia o *Instituto Kaizen* cresceu rapidamente e, atualmente conta com presença em mais de 30 países espalhados pelos 5 continentes como é possível ver na Figura 1.

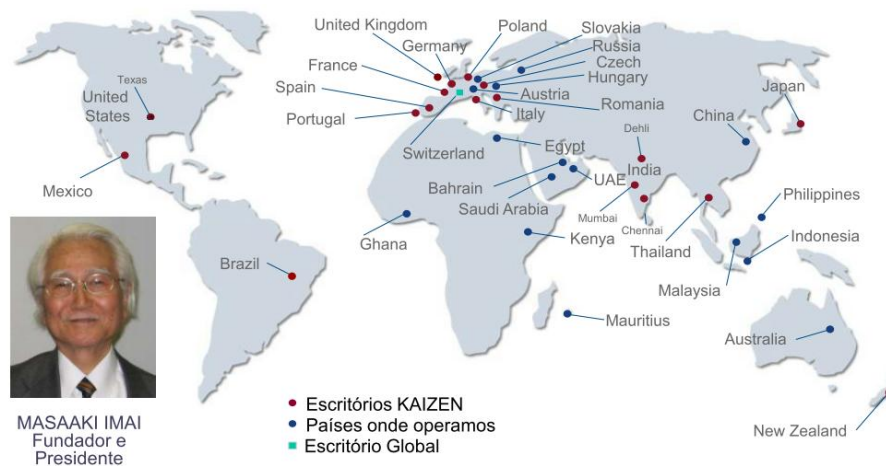


Figura 1 – Escritórios do Kaizen Institute. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).

Em 2011, assistiu-se à fusão do *Kaizen Institute* com a empresa *Gemba Research*, empresa de consultadoria fundada em 1998 e especializada na implementação de culturas de melhoria contínua, dando lugar à criação *Kaizen Institute Consulting Group*, a maior empresa mundial especializada em consultoria de gestão *Lean*.

1.2. A visão Kaizen

O Kaizen assenta em 5 princípios básicos que foram alvo de reformulação recente para permitirem melhor interpretação e se adaptarem ao dinamismo do mercado:

1. Criar valor para o cliente

O valor é dado pela diferença entre a utilidade percebida pelo cliente e pelo preço que este está disposto a pagar por determinado produto ou serviço. Dentro deste princípio inclui-se também a segurança e a qualidade que devem estar na base de qualquer processo.

Inclui-se ainda neste ponto a visão do “cliente como o processo seguinte”, tendo em vista a entrega perfeita do produto em cada processo da cadeia. A gestão dos processos a montante segundo esta visão permite evitar que eventuais problemas sejam detetados em fases posteriores.

2. Eliminar o *Muda*

O segundo princípio recorre à palavra japonesa *Muda*, ou desperdício. A eliminação do desperdício é o que permite à empresa criar valor, reduzindo os seus custos enquanto mantem os preços, gerando maior lucro. Qualquer *Muda* pode ser encarado como um custo desnecessário e como tal, uma oportunidade de redução de custos e aumento de valor para a empresa. *Mura* e *Muri* completam os 3 M's. *Mura* é o sinónimo japonês de variabilidade ou inconsistência e *Muri*, dificuldade. A redução da variabilidade é um fator de valorização para a empresa, já que diminui os custos.

Existem 7 tipos de *Muda* possíveis, sendo expostos de seguida:

- a. Movimentação – O transporte de materiais e produtos não acrescenta valor para o cliente. Durante o transporte não há lugar à adição de valor;
- b. Espera de pessoas – Pessoas à espera aumentam o *lead time* e os custos associados à atividade, aumentando também a dificuldade de processamento;
- c. Movimento de pessoas – Quando se trata de utilizar determinado equipamento que está distante devido à má organização do *layout*, ou à falta de informação e materiais, a movimentação excessiva cria desgaste e aumenta o tempo que um produto demora da entrada até à saída (*lead time*);
- d. *Stocks* – *Stocks* são um elevado investimento e a sua eliminação liberta verbas e espaço;
- e. Defeitos – Os erros são críticos para os clientes e diminuem a produtividade;
- f. Sobre Processamento – Trabalho excessivo que não acrescenta valor;
- g. Produção em excesso – este é o *Muda* mais grave já que origina todos os outros desperdícios acima descritos. Produzir em excesso cria trabalho desnecessário e leva a maior *stock*, exigindo a movimentação de pessoas e materiais. Origina também a espera de pessoas e aumenta a probabilidade de produzir defeitos.

3. Envolvimento das pessoas

Os comportamentos são essenciais na manutenção dos *standards* estabelecidos aquando de uma intervenção de melhoria contínua. Sem esta cultura, os comportamentos voltam ao estado inicial e perde-se o investimento feito em *Kaizen*. Assim, a definição de objetivos *SMART* (Específicos, Mensuráveis, Atingíveis, Realistas, Em Tempo) e a recompensa por atingir as metas estabelecidas, provocam o sentido de envolvimento em todas as pessoas.

Este envolvimento é conseguido também através da máxima “Não culpar, não julgar”. Por princípio, o erro não é cometido devido a quem está a desempenhar a tarefa, sendo o responsável pelo erro a má definição do processo. Com esta filosofia o funcionário não se sente culpado, não esconde os erros e dá sugestões de melhoria para o processo.

4. Ir para o Gemba

Achar ou pensar não é suficiente para envolver as pessoas. É necessário falar com dados. Estar no chão de fábrica ou Gemba é o mais importante. Torna-se visível a atividade e envolvem-se as pessoas mostrando que aquilo que se está a fazer tem um sentido e é útil. É no chão de fábrica que se controlam e desenvolvem as melhorias a implementar nos processos e se desenham as normas de trabalho.

5. Gestão Visual

A visualização dos processos e desperdícios torna a gestão intuitiva permitindo aumentar a produtividade e também perceber onde estão os defeitos e eliminar as suas

causas. Está cientificamente provado que grande parte da informação recebida pelo ser humano é proveniente da visão. Assim, normas visuais e o desenvolvimento de hábitos de gestão normalizados permitem fechar o ciclo dos princípios *Kaizen* que suportam a melhoria contínua.

Estes 5 princípios permitem perpetuar uma intervenção *Kaizen* tornando a empresa intervencionada autónoma no desenvolvimento da melhoria contínua.

1.3. A Empresa X

A Empresa X, fundada em 1987, é uma multinacional sediada na Suíça que se dedica aos meios complementares de diagnóstico, e que conta com mais de 3700 funcionários espalhados por 120 laboratórios de análises clínicas em 11 países. Efetua mais de 50 milhões de análises laboratoriais, 1 milhão de análises radiológicas e cerca de 200.000 mamografias por ano, apresentando vendas líquidas de 490 milhões de euros como indicado na Figura 2.

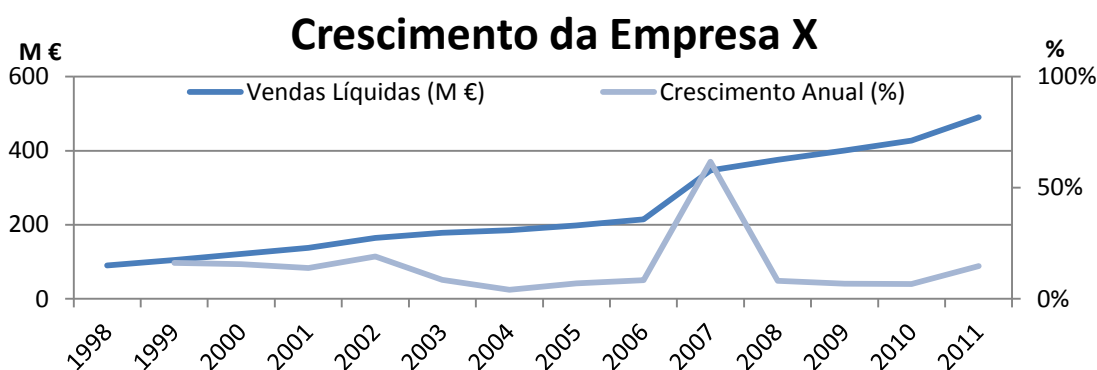


Figura 2 – Crescimento da Empresa X no intervalo de 1998 a 2011 (estimativa).

Nesta figura é possível verificar que este volume de vendas foi conseguido através de um forte processo de aquisições, que provocaram um pico máximo de crescimento no intervalo de 2007 a 2008, em que foram adquiridos 31 laboratórios através da fusão com uma grande empresa de diagnósticos do Norte da Europa.

Em Portugal a empresa X conta com 5 laboratórios espalhados pelo Norte do país. Desde a fronteira com Espanha até à zona de Aveiro totaliza mais de 160 postos de colheita com alta variabilidade ao nível das infraestruturas, processos e procedimentos, e rentabilidades altamente variável. Devido a cortes sucessivos nas participações do estado e a uma situação económica incerta, a Empresa X sentiu a necessidade de avançar para a centralização das operações no laboratório central no Porto.

1.4. Objetivos do Projeto

Para garantir que a centralização dos vários laboratórios decorreria sem quebras do processo produtivo, a empresa X recorreu aos serviços do Instituto *Kaizen*. Os objetivos

deste projeto passam por garantir que a centralização ocorre sem falhas e de forma suave através da:

- Análise da cadeia de valor, identificação e eliminação do desperdício;
- Reorganização do *layout* do laboratório de forma a permitir a centralização;
- Melhoria de processos e criação de normas de trabalho.

A Figura 3 sintetiza a estrutura do projeto mostrando que é transversal a toda a empresa e apresenta as ferramentas aplicadas para alcançar os objetivos acima descritos. Salienta-se o desenho de *layout*, tema principal deste trabalho. No entanto, a utilização de ferramentas como os 5S's, Gestão Visual ou Planeamento em Pull, tornaram-se essenciais na garantia de que o *layout* desenhado permitisse a centralização.



Figura 3 – Caracterização do projeto com áreas de atuação, ferramentas utilizadas e objetivos.

Este projeto é implementado ao longo de toda a cadeia de valor sendo um desafio muito interessante devido à variabilidade de processos na empresa, à quantidade de produtos (análises) efetuadas e à dispersão geográfica de todos os stakeholders.

1.5. Temas Abordados

Os temas abordados estão estruturados da seguinte forma:

- Capítulo 1 - Introdução (atual) – apresentação do projeto e empresas envolvidas;
- Capítulo 2 – Enquadramento teórico – Filosofia *Lean*, explicação em detalhe do modelo TFM e como implementar um desenho de *Layout* em Fluxo *Lean*;
- Capítulo 3 – Estado Inicial – Apresentação do mercado das análises Clínicas e da situação inicial do laboratório;
- Capítulo 4 – Projetos de melhoria Implementados – Soluções Propostas para cada área do *Layout* e respetiva implementação com análise dos resultados obtidos.

Nos últimos capítulos, "Conclusões" e "Perspetivas de Trabalho Futuro", é feita a síntese final do trabalho realizado e sugestões para o futuro.

2. Enquadramento teórico

De forma a melhor perceber os conceitos teóricos e motivação que sustentam esta dissertação, apresenta-se no primeiro ponto a filosofia *Lean*. O segundo ponto expõe uma abordagem teórica ao *Total Flow Management* (TFM) no contexto laboratorial, que mostra as ferramentas necessárias para validar a filosofia *Lean*. A revisão dos conceitos associados à implementação do Fluxo *Lean* fecha o capítulo num terceiro ponto. O enquadramento teórico tem como linha de pensamento a crescente aproximação dos conceitos ao âmbito laboratorial: abordagem ao *Lean* num plano generalista, particularização da criação de fluxo como estratégia de implementação do *Lean* e, por fim, como gerir/otimizar esta implementação num âmbito laboratorial. A estrutura do enquadramento teórico é exposta na Figura 4.

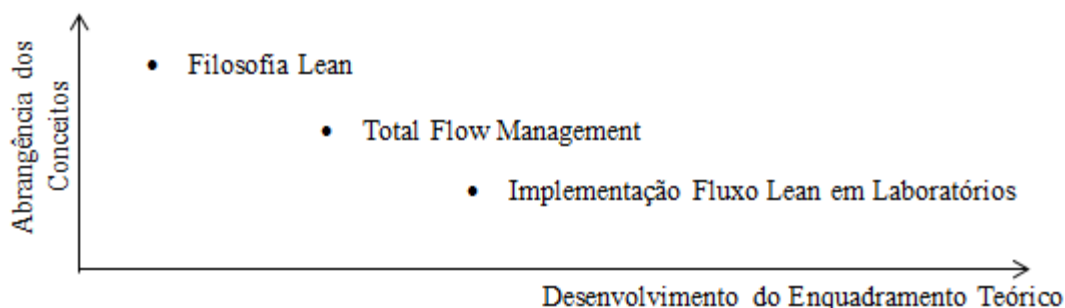


Figura 4 – Estrutura do enquadramento teórico.

De seguida aborda-se então o primeiro ponto deste enquadramento teórico, tentando cimentar os principais conceitos do *Lean* num plano global do projeto.

2.1. Filosofia *Lean*

O *Lean* (“Magro” ou “Sem desperdício”) trata-se de uma adaptação do TPS (Toyota Production System) inicialmente desenvolvido por Taiichi Ohno nas linhas de produção da Toyota (Burch, 2008). Esta filosofia tem assim décadas de história embora só recentemente tenha começado a ser falada no Ocidente.

Devido à sua aplicação na Toyota, esta abordagem decorrente da tentativa de revitalização da economia Japonesa tornou-se um dos métodos com maior aceitação e destaque na imprensa. Os métodos *Lean* permitiram o crescimento gradual e sustentado (sempre com lucro) da Toyota, que evoluiu de uma pequena empresa familiar até se tornar o maior fabricante automóvel mundial e um dos maiores conglomerados industriais. Este crescimento foi (e continua a ser) motivo de discussão e interesse pelas várias indústrias que procuram um desenvolvimento sustentando e de sucesso.

Embora se possa considerar que antes da Segunda Guerra o Japão já utilizasse estas técnicas, só em 1970 quando *Taiichi Ohno* utilizou o sistema de produção JIT (*Just in*

Time) nas linhas de montagem da Toyota é que se percebeu realmente as potencialidades desta filosofia (Aquilano, et al., 2008). Esta percepção só chega ao Ocidente através da publicação da “*The Machine That Changed the World*” de James Womack e Daniel Jones em 1990 (Liker, December 17, 2003), uma obra de referência na área do *Lean*. É deste interesse do Mundo Ocidental nos anos 90 pelo método de trabalho implementado na Toyota, que surge o conceito “*Lean*”, um derivado do TPS.

O *Lean* é atualmente muito requisitado por empresas que procuram aumentar a produtividade e flexibilidade, garantindo níveis de serviço ao cliente excepcionais. É também uma das filosofias mais apontadas para garantir que as empresas singrem no mercado (McIntosh et al. 1996). A aplicação de métodos e ferramentas de minimização de inventários, sincronização de processos e produção em fluxo com redução de *setups* (Shingō 1985) podem ditar o sucesso ou insucesso de uma empresa. Estes métodos permitem também a criação de Fluxo na Cadeia de Valor, um ponto essencial de uma estratégia *Lean* (Womack & Jones, 2003).

O *Lean* é então uma filosofia que tem como objetivo a maximização da produtividade através da eliminação do desperdício, com base na melhoria de processos de forma incremental e estrutural, com recurso a ferramentas de melhoria contínua como o *Kaizen*, onde se insere o TFM que é o alvo de análise do próximo capítulo.

2.2. TFM – Total Flow Management

Existem diferentes definições de fluxo, mas parece existir consenso em torno da definição que define fluxo como o alinhamento das tarefas essenciais para realizar um trabalho em fluxo contínuo e constante (Womack & Jones, 2003), realizando os movimentos necessários, sem interrupções ou *stocks* intermédios.

Segundo Coimbra (2009), a criação de fluxo na produção é um dos pilares fundamentais da Gestão do Fluxo Total. Através da implementação de uma estratégia *Lean*, e com recurso a ferramentas *Kaizen*, são eliminados os 7 tipos de *Muda*, alvo de análise anterior (Imai, 1997). Assim se alavanca a criação de fluxo em todas as vertentes de movimento: logística interna, logística externa e produção. O fluxo pode também eliminar os desperdícios ou *Mudas* mais comuns através do fluxo unitário de produção, que garante a deteção de erros e minimização de *stocks*, a título de exemplo.

O TFM (ver Figura 5) proporciona a melhoria completa e eficiente de todos os fluxos de informação ou materiais na cadeia de valor.

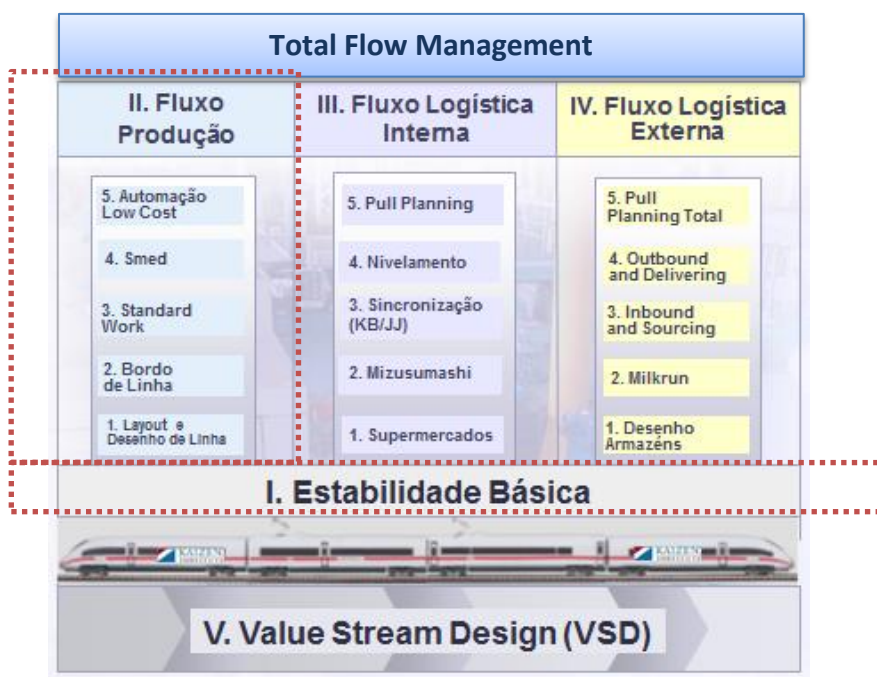


Figura 5 – Modelo TFM. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).

O foco desta dissertação estará no Segundo Pilar (Fluxo na Produção), aquele que se ocupa da otimização do fluxo nas tarefas de produção do laboratório. É feita também uma abordagem breve à Estabilidade Básica, que é a necessidade capital de todo o trabalho desenvolvido. Estes 2 pilares estão circunscritos a tracejado na Figura 5 indicando a sua prioridade para o trabalho desenvolvido.

2.2.1. Estabilidade Básica

Por estabilidade básica entende-se as necessidades básicas para garantir o funcionamento das ferramentas *Kaizen*. Às 5 necessidades básicas dá-se geralmente o nome “5M”:

- Mão-de-obra – competências necessárias, pontualidade e assiduidade;
- Matéria-prima – poucas roturas, maior acessibilidade no ponto de utilização;
- Máquinas – poucas avarias ou paragens não planeadas;
- Método – processos normalizados, manutenção e gestão;
- Meio – pouca variabilidade no ambiente de trabalho.

A garantia de que os 5 M existem permite avançar para a melhoria contínua e implementação das ferramentas *Kaizen*.

No ponto seguinte analisar-se-á sucintamente as cinco metodologias mais utilizadas em projetos cujo âmbito seja o de otimizar o fluxo de produção.

2.2.2. Fluxo na Produção em Laboratórios

Neste pilar do TFM estão as várias ferramentas utilizadas na otimização do fluxo na produção, que foram utilizadas ao longo de todo o projeto para os diversos departamentos no laboratório.

Layout e Desenho de Linhas

O Desenho de Linha, através do desenho de todo o processo, ajuda a encontrar oportunidades de melhoria e foi uma das ferramentas mais utilizadas durante o projeto.

Aqui é necessário distinguir muito bem o *layout* funcional de *layout* celular. A Figura 6 mostra as grandes diferenças entre um *layout* funcional e o *layout* em célula com óbvias diferenças no tamanho de lote e distâncias percorridas.

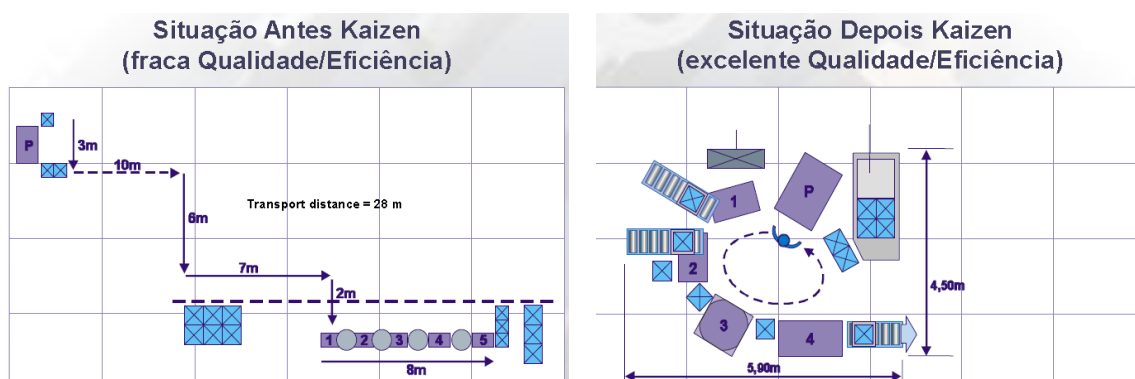


Figura 6 – *Layout* funcional antes da implementação de ferramentas *Kaizen* e *layout* em célula após implementação. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).

Num *layout* funcional ou tradicional, as várias operações necessárias para analisar uma amostra estão separadas fisicamente.

O *layout* funcional cria lotes que passam de etapa em etapa sem fluxo devido à sua movimentação sincopada, acabando por provocar (Bhat, 2008):

- *Stocks* elevados – os lotes criam *stocks* de material a ser trabalhado e provocam a necessidade de ter mais matéria-prima para suprir as ordens de produção em grande escala, muitas vezes desajustadas em relação à procura real;
- Necessidade de espaço – maiores custos com criação de espaços e suportes para armazenar *stocks* e *WIP* (*Work in Progress*);
- *Lead time* superior - tempo de transporte e espera acresce ao *lead time*;
- Maior *lead time* da qualidade – erros são detetados somente a jusante da cadeia de processos;
- Necessidade de movimentação – áreas distantes obrigam a transportar materiais com a possibilidade de se perderem ou danificarem no transporte;
- Gestão difícil – dezenas de produtos em *stock* ou a serem trabalhados (*WIP*), tornam-se muito difíceis de gerir e trabalhar.

Um *layout* de trabalho funcional provoca ainda um outro efeito: devido ao trabalho em lote, existe uma distorção ao longo da cadeia de abastecimento, onde uma pequena variação na procura de um cliente final leva a sucessivos aumentos da amplitude na procura a montante na cadeia de abastecimento. Esta é uma reação natural neste tipo de *layout* que leva a um maior nível de *stocks* e capacidade instalada (Kaizen Institute, 2011). A este comportamento dá-se o nome de *Efeito Chicote*, já que uma pequena variação na procura provocará um grande aumento nas ordens de produção, semelhante ao movimento de um chicote.

Por sua vez, a implementação de um *layout* em célula num laboratório permite (Joseph, 2006):

- Reduzir *stocks* – integração dos processos e máquinas associadas no *layout* de processos, evitando a necessidade de produzir em lotes e reduzindo o nível de *stock*;
- Reduzir o *Lead Time* – as amostras fluem em unidade desde o início da análise até ao resultado;
- Reduzir o *Lead Time* da qualidade – amostras analisadas em fluxo permitem detetar um erro no processo e tratá-lo imediatamente na fonte do problema;
- Reduzir o *Efeito Chicote* – como o fluxo é unitário existe menos tendência para encomendar em lote e sobredimensionar o *stock* de reagentes;
- Reduzir o espaço necessário – eliminação/ redução de lotes com menor *WIP* e *stock* permitem libertar espaço, possibilitando também diminuir a distância percorrida (a Figura 7 mostra o rearranjo do *layout* que permitira ganhos de 83% em termos de distância percorrida pelo técnico após a readaptação da célula de trabalho em U);
- Simplificar a Gestão – comunicação eficaz, menos lotes, níveis de *WIP* e *stocks* mais baixos permitem gerir mais facilmente os processos.

No entanto este tipo de *layout* em célula apresenta também diversos problemas que devem ser alvo de análise. O desenho para um grupo de análises específicas elimina a flexibilidade decorrente de um *layout* dedicado e estático (Benkafaar, et al., 2002).



Figura 7 – Diagrama de esparguete na zona de Citometria de fluxo à esquerda. À direita readaptação da célula de trabalho. Fonte: (Joseph, 2006).

Sendo que há uma grande variabilidade de processos com muitos meios de análise disponíveis e o aparecimento constante de novas máquinas, reagentes ou processos é necessário que as células sejam móveis de forma a aumentar a sua flexibilidade. Para sanar estes problemas a utilização de mesas de trabalho móveis (Garikes & Maxwell, 2001), tanto para postos de trabalho como para suportes de máquinas (de pequeno volume quando comparadas com outras indústrias), permitem uma reorganização do *layout* rápida, eficiente e com baixo custo, eliminando as reservas apontadas.

Para que estas células funcionem corretamente, os técnicos devem ter o *stock* de amostras e consumíveis necessários para efetuarem as análises. O abastecimento pelo lado exterior do posto de trabalho permitirá o correto funcionamento das células sendo este o tema do próximo ponto.

Bordo de Linha

O bordo de Linha, comumente conhecido como *Border Line*, é onde estão armazenados os materiais que os funcionários necessitam para efetuarem o seu trabalho. No caso dos laboratórios é a zona onde os técnicos encontram os consumíveis para efetuarem as análises. Este foi também um ponto crítico de análise, já que para que as amostras fluam o mais rapidamente possível é necessário o correto abastecimento das células de trabalho.

O Abastecimento Frontal através da utilização de estantes dinâmicas (Figura 8) evita movimentos desnecessários do operador. Estas estantes permitem ainda que seja implementada a regra FIFO (*First In First Out*).

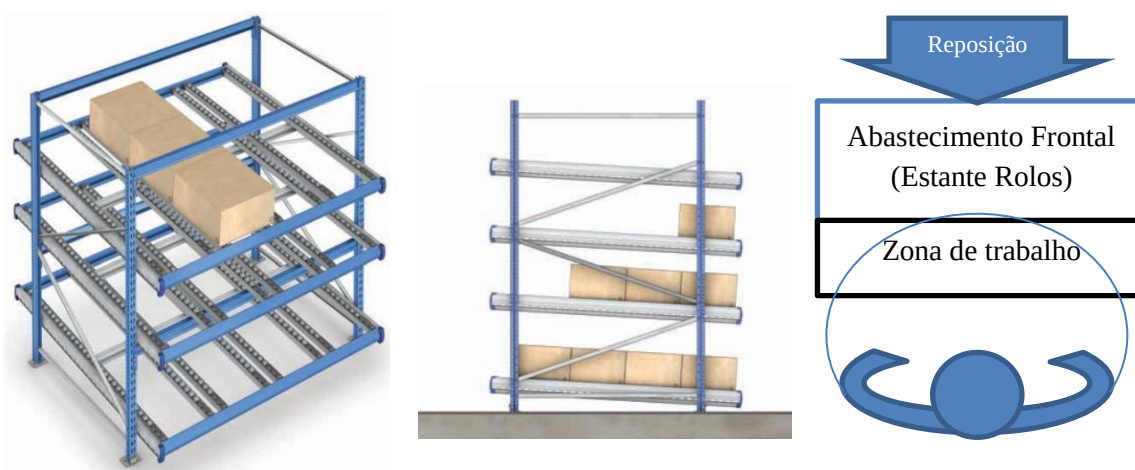


Figura 8 – Estantes dinâmicas e esquema de abastecimento frontal do Bordo de Linha. Fonte: (Mecalux, 2012).

No caso dos laboratórios esta regra é essencial: devido aos prazos de validade curtos dos reagentes, estes devem ser consumidos de acordo com a entrada mais recente em

stock, ou correm o risco de ficarem fora de prazo, o que acarreta elevados custos para o laboratório.

O FIFO aplica-se na criação de fluxo já que permite que os produtos fluam na direção do cliente mais rapidamente evitando a acumulação de *WIP*, sendo uma das ferramentas da filosofia de produção *JIT* (Herrmann, et al., 2008).

A situação ideal no Bordo de Linha é que os componentes estejam à distância máxima de um braço (Kaizen Institute, 2011). Evitam-se assim deslocações para reposição de consumíveis e obtém-se um melhor controlo do *stock*.

Standard Work

Um dos pilares do TFM e de base de toda a estratégia de implementação *Kaizen* é o *Standard Work*. Por este conceito entende-se que a normalização permite que as melhorias sejam sustentáveis no tempo e que não haja um retrocesso para a situação anterior à intervenção *Kaizen* (Kaizen Institute, 2011).

As normas são também o ponto de partida para novas melhorias porque documentam o estado atual do processo. Nos laboratórios a documentação é vasta e regulada por órgãos internacionais (*WHO - World Health Organization* a título de exemplo) com atualização constante das melhores práticas na área, e regulado pela lei¹. Assim, é essencial que todos conheçam as normas de trabalho e contribuam para o correto desempenho de todas as medidas de segurança. Este trabalho pode ser desempenhado pelo *Standard Work* representado esquematicamente na Figura 9.

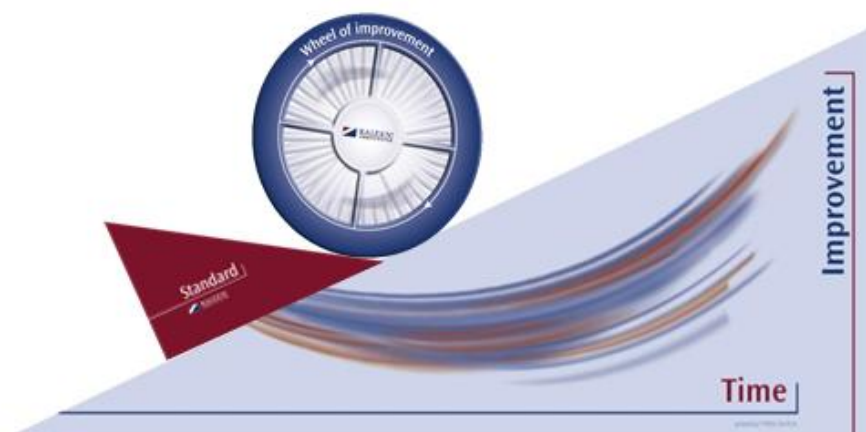


Figura 9 – Relação entre a melhoria contínua e os *standards*. Ao longo do Tempo, as Normas permitem sustentar a mudança. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).

O *Standard Work* recorre ao ciclo de standardização ou SDCA (*Standardize, Do, Check, Act*) que calça o ciclo da melhoria contínua ou PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Estes ciclos permitem a manutenção da melhoria organizando o trabalho e eliminam dúvidas que possam surgir, resultando em maior produtividade.

¹ Despacho 8835/2001 (2.ª série) de 27 de Abril de 2001.

SMED

Depois de abordar o Desenho de Linha, o abastecimento do Bordo de Linha e o Standard Work como meios de redução de *Muda*, aborda-se agora o quarto pilar do Fluxo na Produção que é o SMED (*Single Minute Exchange of Die*). O SMED baseia-se na redução dos tempos de *setup* das máquinas ou no tempo de preparação necessário para iniciar determinada tarefa. A grande vantagem da aplicação deste método é que quanto mais baixo for o tempo de *setup*, maior será a flexibilidade da célula de trabalho (Coimbra, 2009).

Automação Low Cost

A “Automação”, Automação de Baixo Custo ou ABC, é a “automação com um toque humano” e tem como base o uso de mecanismos que utilizam as leis da natureza (*Karakuri*). Nesta automação *Lean*, o uso da gravidade, como nas estantes dinâmicas, e o uso de soluções mecânicas de baixo custo ou de *poka-yoka* (dispositivos que evitam erros) permitem reduzir o *Muda* de uma célula de trabalho (Kaizen Institute, 2011).

Quando as empresas procuram a eliminação de defeitos, as soluções tecnológicas mais complicadas (a título de exemplo robots ou tapetes) podem limitar a flexibilidade de uma célula de trabalho. Existe ainda o problema da dependência de mão-de-obra externa em alguns casos, devido à falta de *know-how* da empresa para solucionar problemas decorrentes da automação de alto nível (Segelod, et al., 2011).

Tabela 1 – Automação de baixo custo em comparação com a automação tradicional. Fonte: (Kaizen Institute, 2011).

Critério	Automação <i>low cost</i>	Automação Convencional
Custo	Muito Baixo	Alto
Dimensão	Pequeno e Flexível	Grande e Pesado
Tempo de Desenvolvimento	Curto	Grande
Manutenção/ Reconfiguração	Fácil	Difícil
<i>Design</i> e Implementação	Interno	Normalmente Subcontratado
Feedback dos Operadores	Bom	Fraca
Nível de Engenharia Simultânea	Bom	Fraca
Conhecimento do Desenvolvimento	Mantido Dentro da Empresa	Pertence aos Subcontratados
Tipo de Energia Empregue	<i>Karakuri</i> (segue os princípios naturais)	Consumo de Energia Alto
Construção	Simplex	Complexo
Volume de trabalho	Médio	Alto

É preciso perceber que antes de automatizar em larga escala é essencial eliminar o *Muda*, já que se não for eliminado o desperdício de antemão, a empresa está a automatizar a produção de desperdício (Coimbra, 2009).

Todas as ferramentas descritas até agora serão o ponto de apoio na criação do fluxo *lean* nos laboratórios, de forma a conseguir centralizar os laboratórios, superando os desafios de limitação de espaço e de grande volume de trabalho inerentes ao projeto.

2.3. Implementação do Fluxo *Lean* em Laboratórios

Após abordar o Filosofia *lean* que contempla os objetivos principais que apoiam esta dissertação, aprofundou-se o conhecimento das ferramentas do TFM, que permitem tornar os objetivos *lean* uma realidade. A implementação de um fluxo *lean* num laboratório merece uma análise mais aprofundada, sendo um caso particular em que escasseiam referências na literatura.

Tal como para qualquer outro projeto, para implementar um sistema *lean* é essencial contar com o apoio da gestão de topo. A direção tem que estar ciente de que a implementação de uma estratégia *lean* é um grande esforço de reestruturação e que muitos paradigmas vão ser alterados. É preciso que a gestão mostre receptividade à mudança e capacidade de liderança, sendo também a responsável pela indicação das áreas piloto ou pela escolha das primeiras áreas do laboratório a melhorar (Novis, 2008).

Garikes e Maxwell (2001) afirmam que a gestão deve também definir quais as metas estratégicas e operacionais do laboratório. Os autores afirmam ainda que cada decisão sobre o *layout* deve ter em conta a organização, conforto e segurança e que deve ser tomada de acordo com as opiniões dos técnicos no laboratório.

Com a gestão enquadrada com o projeto, as áreas de melhoria e objetivos gerais bem definidos, é possível passar ao desenvolvimento da solução para o laboratório. Este desenvolvimento pode ter em conta vários passos dependendo da realidade de cada laboratório. As etapas comumente referidas na implementação de um fluxo *lean* são (Joseph, 2006):

- Avaliação das operações correntes e desenvolvimento de um “estado futuro *Lean*” que permita identificar as oportunidades de melhoria;
- Desenvolvimento de um plano de crescimento no longo prazo;
- Determinação do espaço necessário por área funcional;

Aplicação de métodos de otimização e desenho detalhado do *layout*. De uma forma mais linear (Villa, 2010) apresenta os seguintes passos numa Jornada *Lean* para um laboratório:

- Definir objetivos e a *framework* de melhoria;
- Mapear o processo e identificar *Muda*;

- Desenvolver o plano específico do laboratório para a melhoria;
- Implementar as mudanças;
- Medir, monitorizar e manter.

Esta solução apresenta a vantagem de uma maior rapidez de implementação, permitindo testar mais rapidamente as soluções propostas. Por outro lado carece de uma fase de planeamento mais cuidada e pode não ter em considerações todas as variáveis desejadas no desenho do *layout*.

Em adaptação das várias vertentes estudadas (Villa, 2010) (Truchaud, et al., 1997) as etapas podem então ser definidas em 4 pontos essenciais:

- Avaliação do estado atual e percepção das melhorias;
- Desenho da solução de acordo com objetivos;
- Implementação da solução;
- Monitorização e manutenção da solução.

Estas foram as etapas escolhidas para implementação de um fluxo *lean*, que seriam utilizadas ao longo do desenho do *layout* e são alvo de abordagem nos próximos pontos.

2.3.1. Avaliação do estado atual e percepção das melhorias

Para definir o framework de melhoria, é necessário avaliar e perceber as operações atuais. A Figura 10 mostra o ciclo de trabalho de um laboratório de análises clínicas.

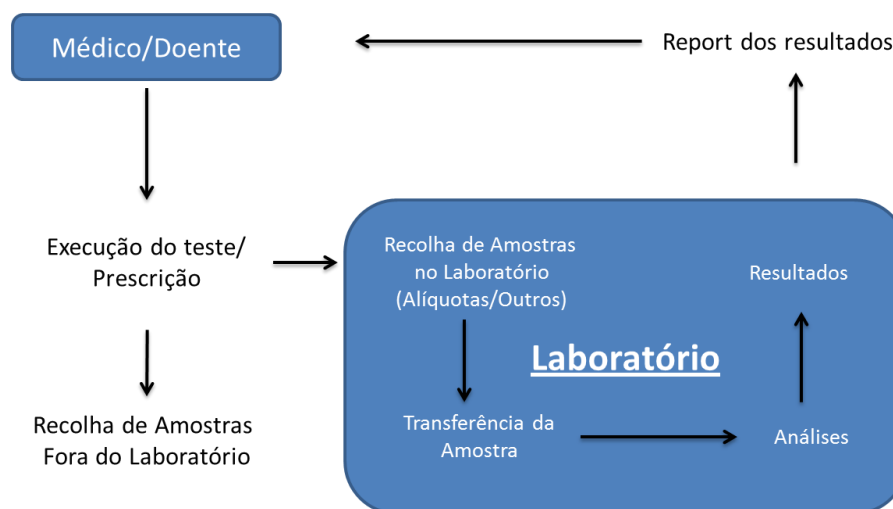


Figura 10 - Ciclo de trabalho de um laboratório. Adaptado de: (Truchaud, et al., 1997).

Nesta simplificação do fluxo é fundamental garantir a utilização dos suportes de colheita corretos dentro e fora do laboratório, sem erros, danos ou atrasos (Truchaud, et al., 1997).

Ainda referindo os mesmos autores, as responsabilidades do laboratório neste ciclo têm vindo a aumentar, face à tendência de centralização e automação dos processos

produtivos. Este aumento de responsabilidade e adaptação a novos métodos de trabalho, provoca a necessidade de reorganização dos processos laboratoriais.

A Figura 11 mostra as atividades principais de um laboratório. Não se pode no entanto esquecer que num meio de trabalho centralizado e informatizado, existem muitas atividades de suporte da engenharia e logística, que têm que ser consideradas na reorganização processual do laboratório.

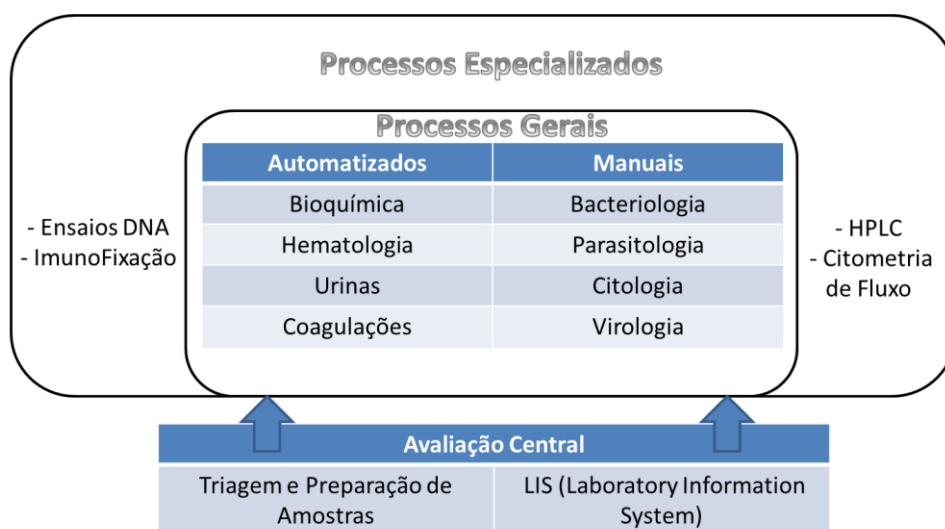


Figura 11- Áreas de especialização de um laboratório e distribuição do *know-how* técnico. Adaptado de: (Truchaud, et al., 1997)

Estes autores referem várias atividades de suporte, apontando-se aquelas que têm maior volume e influência no âmbito laboratorial do desenho de soluções laboratoriais:

- Unidades de lavagem e limpeza de recipientes de transporte;
- Gestão de amostras (durante o tempo necessário para garantir a qualidade);
- Unidades de documentação;
- Secretariado e receção (junto do doente e interna);
- Avaliação e implementação de novas tecnologias;
- Codificação (reagentes e análises) e contabilidade;
- Departamento de compras e *stock*.

A análise sistemática destas atividades permite definir a situação atual do laboratório e perceber o estado prévio às operações de melhoria. A correta compreensão destes processos especializados, gerais e de suporte, através de ferramentas de mapeamento de processos como Value Stream Mapping (VSM) (Villa, 2010), permite identificar oportunidades de melhoria. O próximo passo será avançar para a definição de objetivos particulares de cada área e desenhar a solução futura.

2.3.2. Desenho da Solução de Acordo com Objetivos

Com o apoio da direção para o desenho de soluções novas de fluxo com base no *lean* e sabendo quais as áreas do laboratório a melhorar tendo em conta o estado atual das

operações, é necessário definir objetivos particulares para cada uma das áreas do laboratório. Só após esta redefinição dos objetivos é que é possível, numa segunda fase, desenhar uma solução apropriada.

Objetivos do Fluxo *Lean* no laboratório

O Fluxo *Lean* nos laboratórios tem como objetivos principais a eliminação de desperdício. Para que haja lugar à eliminação de desperdício, é necessário olhar para todo o fluxo, desde a entrada até à saída das análises, e perceber onde estão os 7 tipos de *Muda* apontados na introdução, algo que é feito através do mapeamento atual dos processos utilizando normalmente ferramentas como o VSM. A eliminação destes *Muda* permite atingir um movimento contínuo sem paragens e sem desperdício de tempo (Coimbra, 2009). Tal como foi explicado no desenho de *layout* e linhas, eliminar *Muda* e criar fluxo são atividades complementares e inseparáveis que permitem obter (Liker, December 17, 2003):

- Maior qualidade;
- Maior flexibilidade;
- Maior produtividade;
- Mais espaço;
- Mais segurança;
- Motivação;
- Menor nível de *stock*.

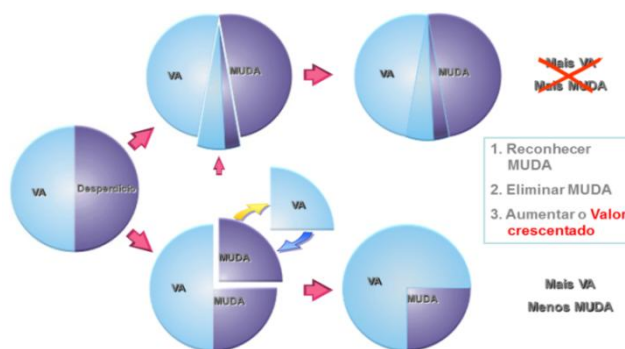


Figura 12 – É necessário substituir o desperdício por Valor Acrescentado (VA). (Kaizen Institute, 2011).

Em alguns casos para garantir a mais alta qualidade nos processos, é necessário garantir o aumento do nível de *stock*, ou a redução de espaço disponível em determinada área para garantir maior produtividade. No entanto, só através da redefinição dos objetivos é que será possível perceber as áreas que devem ter mais espaço devido à probabilidade do aumento de volume futuro, ou onde a produtividade deve decrescer devido à diminuição de volume.

Então, o Fluxo *Lean* e as práticas *Kaizen* têm como objetivos reais e consensuais dentro do laboratório (Joseph, 2006):

- Diminuir os tempos e custos de manuseamento das amostras;
- Obter fluxos mais “suaves”;
- Melhorar:
 - A visibilidade das operações de forma a permitir uma gestão eficaz;
 - A gestão de *stocks*;
 - O ambiente de trabalho;
- Reduzir as distâncias a percorrer;
- Diminuir as amostras e análises em WIP.

O modelo *lean* com implementações de sucesso no passado permite atingir todos os benefícios acima citados (Graban & Padgett, 2008), faltando no entanto, criar o fluxo no desenho da solução. Segundo Coimbra (2009), as etapas para a criação de Fluxo são as seguintes:

- Criação de fluxo unitário;
- Minimização dos movimentos do operador através da alimentação correta do bordo de linha, e normalização dos procedimentos de trabalho (*Standard Work*);
- Flexibilização dos lotes de trabalho com menores tempos de *setup*;
- Simplificar antes de automatizar (automatizar processos que não estão em fluxo é aumentar a quantidade de Muda através da sua automatização).

Todas estas etapas no âmbito laboratorial são cumpridos através do correto desenho do *layout* e das células de trabalho *Lean*, como veremos de seguida.

Desenho da Solução

Depois de identificadas as oportunidades e definidos os objetivos para cada área, é necessário o desenho da solução. Esta solução deve ter em conta vários aspetos operacionais como custo, tempo ou impacto nas operações (Villa, 2010).

Para uma correta implementação o desenho da solução necessita de precaver alguns requisitos críticos dos laboratórios nas áreas abordadas na Figura 10 e Figura 11, tais como (Truchaud, et al., 1997):

- **Automatizar o manuseamento de amostras:** se possível, a automatização implica redução da mão-de-obra direta, redução do volume de amostras e assegura a correta identificação e rastreabilidade das amostras ao longo do percurso dentro do laboratório. Reduz também o número de recipientes com amostras e trabalho de secretaria em conjunto com a resultante redução de erros;
- **Automatizar sistemas analíticos:** um sistema automatizado que permita proceder à identificação de um positivo ou negativo nas amostras para posterior tratamento, permite em alguns casos diminuir o volume de amostras a trabalhar;
- **Informatizar (criar o Laboratory Information System ou LIS):** um sistema de informação que vá além da identificação dos clientes, facilita o desenho do *layout* e melhora o fluxo. A integração das máquinas com o sistema de informação permite ganhar tempo na transferência de dados e tornar rápido e eficiente o processo de validação dos resultados pelos técnicos, com apresentação dos resultados e do histórico dos doentes de forma intuitiva;
- **Comunicar eficientemente:** além do LIS, um sistema de comunicação eficiente com os postos ou secretaria, permite eliminar erros e aumentar a fiabilidade dos dados comunicados sempre com um código ético como base de todos os processos;
- **Assegurar a adaptação à envolvente tecnológica:** as tecnologias apresentadas prometem grandes aumentos de produtividade, mas nem sempre isto acontece.

Com novas tecnologias há que desenhar protocolos de avaliação e medição de resultados que têm que estar sobre restrito controlo de qualidade, algo que nem sempre é possível devido ao grande número de técnicas manuais usadas em algumas áreas do laboratório ou à subjetividade na atribuição de um resultado (a título de exemplo aferir o cheiro ou a cor de uma amostra). No desenho da solução futura deve-se também deixar espaço para possíveis alterações nas tecnologias utilizadas, de forma a garantir maior flexibilidade nos processos.

Ainda no mesmo artigo, os autores referem que se deve ter em conta que o laboratório, tal como outras organizações no mercado atual, já não é independente e isolado dos fatores ambientais do mercado que o rodeia. É necessário ter em conta os fornecedores e clientes (stakeholders muito importantes na cadeia de valor), mas também a imersão dos computadores e da automação em todas as atividades do laboratório.

Tendo em conta todos estes fatores, o desenho do laboratório deve ser aprovado pela gestão. Para que a aprovação aconteça, têm que ficar claros todos os processos de manuseamento de amostras e o impacto das alterações no fluxo de trabalho. A melhor forma de mostrar as alterações à gestão é através de meios visuais e intuitivos, dos quais são exemplo ferramentas de computação como o Arena, ou seja, sistemas de simulação de fluxo (Figura 13) que utilizam animações exemplificativas do fluxo (Truchaud, et al., 1997).

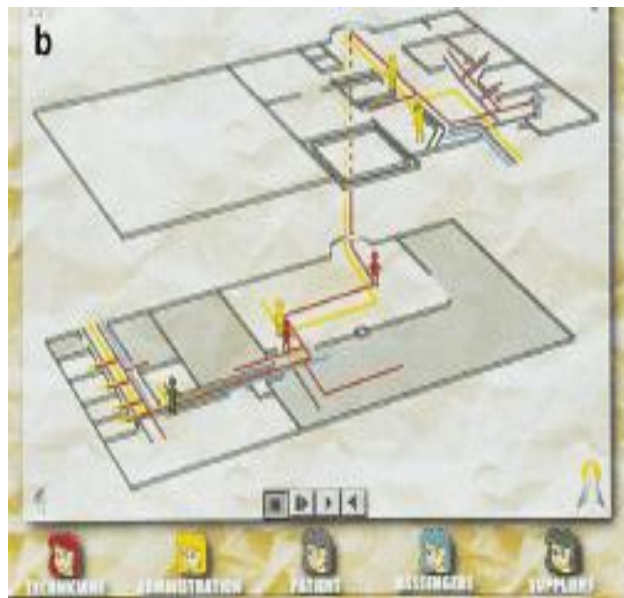


Figura 13 – Simulação Semi-realista do fluxo no laboratório.
Fonte: (Truchaud, et al., 1997).

Com o desenho da solução futura e respetiva aprovação pode-se passar então para a implementação da solução no terreno.

2.3.3. Implementação da Solução

A implementação da solução para o *layout* de cada uma das áreas, decorre através do uso de ferramentas *Lean* ou seus derivados, apresentados no ponto 2.2. TFM – Total Flow Management. A tabela 2 apresenta uma estrutura simples das oportunidades detetadas e respetivas ferramentas *Lean* de acordo com os objetivos.

Tabela 2 – Associação de ferramenta *Lean* vs. Oportunidade de melhoria. Adaptado de: (Villa, 2010).

Oportunidade	Ferramenta <i>Lean</i>
Grandes quantidades de amostras	Redução do Lote, Equipas Task Force
Trabalho Redundante	Analisar a Causa do Problema
Manuseamento Múltiplo	Standard Work
Inconsistências nos processos tecnológicos ou dos flebotomistas	Standard Work
Re-Rotulagem ou volume insuficiente das amostras	Qualidade na Origem
Falta de perceção do estado ou condições atuais	Gestão Visual
Percursos demasiados longos	Fluxo, Desenho do Bordo de Linha/ <i>layout</i>
Ruído Visual ou Desordem	5S's

A implementação da solução não é no entanto linear e pode apresentar muitas dificuldades devido a variáveis inesperadas: falta de espaço decorrente de uma infraestrutura desconhecida, como por exemplo canalizações ou pilares. Falta de ligações de rede ou de alimentação das máquinas podem também diminuir a flexibilidade da solução desenhada. Esta perceção de variáveis inesperadas acontece apenas quando as máquinas começam a ser movimentadas para as suas posições futuras.

Esta movimentação de máquinas e postos de trabalho ocorre de acordo com um dos princípios da criação de fluxo: a célula em U, também chamada de *workcell* abordada previamente. O desenho adequado da disposição da máquina facilita a alteração do número de postos de trabalho pelo qual cada operador é responsável, mas exige também técnicos versáteis e bem treinados, capazes de realizar diversos trabalhos (Åhlström, 1998). Ou seja, durante a implementação é necessário treinar os técnicos em mais atividades no laboratório, de forma a garantir que o processo de melhoria contínua não esbarra na falta de qualificação da mão-de-obra disponível para operar as várias máquinas (Stegall & Stegall, 2006).

2.3.4. Monitorização e Manutenção da Solução

A manutenção da solução e da organização obtida com a intervenção *Lean* pode facilmente desaparecer se não houver o apoio da gestão. Åhlström (1999) refere especificamente os benefícios dos vários princípios *Lean* na melhoria contínua: o desenvolvimento de equipas multidisciplinares com competências avançadas ou a flexibilidade e responsabilidade que passa a ser inerente aos comportamentos dos técnicos. A intervenção permite ainda prepará-los para o desempenho de várias tarefas numa filosofia *Lean* de entreajuda e para a sugestão e implementação de melhorias. Ainda neste artigo é referido que a operação em células de trabalho permite que os técnicos aumentem o seu conhecimento nos vários processos laboratoriais. Quando combinado, este conhecimento aumenta a possibilidade de detetar erros e permite uma visão mais abrangente do técnico, que pode agora sugerir melhorias e trabalhar em torno dos objetivos traçados pela empresa.

No entanto, deve também ser dado ao técnico uma ferramenta para monitorização do projeto de melhoria contínua porque o Gemba tem tendência a degradar-se. Esta ferramenta é o *Kaizen* Diário e os seus níveis podem ser vistos na Tabela 3, tais como os objetivos na aplicação de cada uma das melhorias possíveis.

Tabela 3 – Níveis e elementos do *Kaizen* Diário. Adaptado de: (Kaizen Institute, 2011).

N	Nível	Elementos de melhoria	Objetivos
1	Organização da Equipa	• Desperdício e Objetivos; • Quadros e Reuniões de Equipa; • Prática dos 5S.	• Sensibilização para Desperdício e Objetivos da Equipa; • Comunicação visual da Equipa; • Organização básica do local de trabalho.
2	Melhores Práticas	• Trabalho Normalizado; • Normas de Reação Rápida; • Normas Kamishibai ou descrição de tarefas de forma visual.	• Adotar os melhores métodos; • Resolver rapidamente as interrupções; • Walk the Talk (Seguir as Normas).
3	Melhoria de Processos	• Resolução Estruturada de Problemas; • Mapeamento de Processos.	• Resolver problemas difíceis; • Racionalizar e simplificar o fluxo de trabalho.
4	Trabalho de Equipa Autónomo	• Estratégia de implantação e Scorecards; • Instruções de Trabalho; • Relações de Trabalho.	• Definir objetivos pessoais baseados na estratégia da empresa; • Melhorar as competências de colaboradores; • Melhorar a inteligência emocional.

Assim, o *Kaizen* Diário demonstrou ser a ferramenta correta para manter e melhorar a solução desenhada, garantindo a sustentabilidade no projeto no médio e longo prazo.

2.4. Resumo

No primeiro ponto do enquadramento teórico apresentou-se a filosofia *lean* que tem como base a eliminação de desperdício nos processos de trabalho, infraestruturas e recursos através de uma visão abrangente de toda a cadeia valor. Os objetivos de uma filosofia *lean* em ambientes industriais (aumento de produtividade, redução dos custos, aumento de qualidade e diminuição dos prazos de entrega) podem ser atingidos através do alinhamento das tarefas essenciais a realizar um trabalho em fluxo contínuo e constante, sem *stocks* ou *WIP*. No entanto, para passar para este novo paradigma organizacional é necessário depreender quais as ferramentas a utilizar para que a implementação seja um sucesso e garanta os objetivos particulares de cada projeto *Kaizen lean*.

O segundo ponto do enquadramento teórico aborda então o que é o fluxo *lean* e quais as principais ferramentas a utilizar numa implementação desta natureza, das quais se destacam o *layout* e desenho de linhas. Também o desenho do bordo de linha e o *standard work* são ferramentas simples e de grande eficácia que podem ser implementadas em conjunto com as pessoas da empresa, envolvendo-as no sucesso do projecto e garantindo a manutenção da solução desenhada.

O próximo ponto aborda a forma como é possível implementar este *layout lean* em conjunto com as ferramentas indicadas analisadas. O método escolhido é um método simples e *straight forward* que envolve quatro fases: 1) Avaliação da condição inicial, para perceber o alvo da melhoria e objetivos, 2) Desenhar a solução de acordo com o primeiro ponto, 3) Implementar a solução desenhada e, por fim, 4) Garantir que não foi uma melhoria efémera e que se irá garantir no tempo. É uma perspetiva clara e lógica para todos os envolvidos que promove a eficácia e permite avançar para cada área onde ocorre a melhoria de forma confiante e com resultados garantidos em trabalhos anteriores.

3. Estado Inicial

Para expor o trabalho realizado analisar-se-á primeiro e de forma breve o mercado das análises clínicas para obter uma melhor perceção da envolvente deste projeto e justificar algumas decisões tomadas. Aborda-se também a situação inicial do laboratório, onde ocorrem as alterações de *layout* e os processos de trabalho aí desenvolvido.

3.1. O mercado das Análises Clínicas

O atual contexto económico desfavorável que o país vive, reflete-se no setor da saúde, essencialmente através do corte nos fundos disponíveis para comparticipação estadual aos meios de diagnóstico e análises clínicas. Desde 2006 que o Estado Português tem cortado gradualmente a sua quota-parte no apoio aos utentes que recorrem às análises clínicas. Exemplificativo disso mesmo é o corte na comparticipação de 5% em 2006 (LUSA, 2008), 20% em 2008 (Veterinária Atual, 2008) e 10% convencionado com a *Troika* para 2012 (Duarte, 2011).

Com tabelas de preços estagnadas ou em queda e concorrência por parte do próprio setor público, que efetua estas análises a nível hospitalar, os laboratórios de análises clínicas vêm-se forçados a aplicar novas metodologias de trabalho e organização para se manterem competitivos. Hoje a ameaça do envio das análises para laboratórios estrangeiros está também cada vez mais presente, seja pelos menores impostos aplicados à atividade noutros países, ou até mesmo pela maior rapidez com que é possível colocar uma amostra noutro país e proceder à sua análise, enviando rapidamente o resultado via eletrónica. A verdade é que a centralização, e decorrente corte dos custos operacionais, é vista como a única salvaguarda dos laboratórios ao ambiente económico desfavorável. Esta perspetiva pode parecer contraditória, no entanto as facilidades de envio e receção de resultados não beneficiam tanto a operação como a centralização das operações: O maior consumo num único laboratório garante menor preço nos reagentes, a automatização de algumas análises, e permite que os técnicos efetuem vários tipos de análise, garantindo uma alta produtividade.

Devido à influência que tem na Saúde pública e estando em direto contacto com o doente, este é um setor mediático e sujeito a escrutínio público. É geralmente aceite que “embora representem uma baixa percentagem do orçamento público na saúde (3% a 5%), estes meios auxiliares de diagnóstico influenciam 70% das decisões médicas a jusante” (Hallworth, 2011), sendo assim essenciais na cadeia de gastos do setor da saúde. De facto, a correta identificação da doença o mais a montante possível dos tratamentos, permite não só aumentar a qualidade de vida do doente mas também diminuir os custos do tratamento. Os meios auxiliares de diagnóstico são também responsáveis por 100% dos diagnósticos de cancro. Toda esta informação encontra-se resumida na Figura 14 que mostra a análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) ao setor.

No caso português, a tendência de envelhecimento da população (idosos acima dos 65 anos representam mais de 17% do total (WHO-World Health Organization, 2012) da população portuguesa) e a necessidade de diagnóstico de doenças para alicerçar as decisões médicas, são fatores que tornam o mercado das análises clínicas um setor de oportunidade.

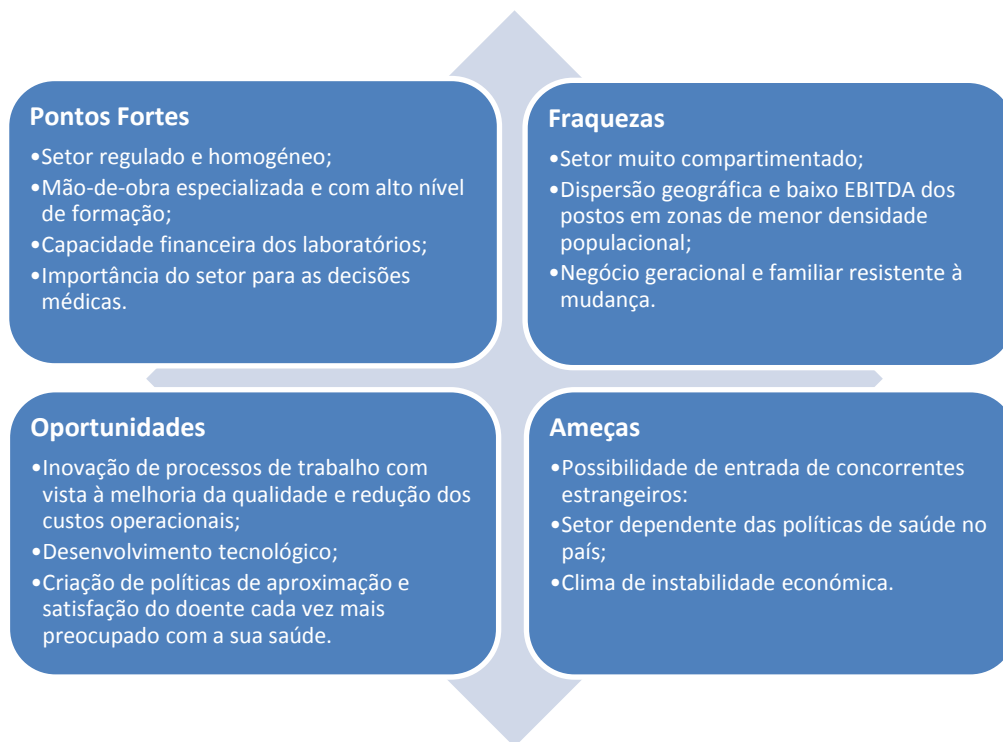


Figura 14 – Análise SWOT ao mercado das análises clínicas.

A crescente automatização destes processos laboratoriais e a redução das margens praticadas. Devido ao aumento dos custos operacionais, criam algumas dúvidas sobre o crescimento deste setor, que adota atualmente estratégias de centralização e racionalização de custos.

Depois da introdução ao setor, o próximo ponto aborda as características do laboratório tradicional para de seguida passar a uma visão mais detalhada do *layout*.

3.2. O laboratório tradicional: características e problemas

Geralmente os laboratórios de análises clínicas estão divididos em grandes departamentos funcionais com uma forte especialização num grande subgrupo de análises (Microbiologia, Parasitologia, Química, por exemplo). Estes blocos dentro do próprio laboratório trabalham de forma independente, sem comunicação entre si e com alta variabilidade de processos de trabalho. Devido ao *layout* normalmente existente das infraestruturas e dos equipamentos estes laboratórios apresentam um grande número de tarefas sem valor acrescentado, que aumentam em número devido à falta de fluxo (movimentação excessiva devido a equipamentos deslocados, amostras perdidas ou

esquecidas que implicam retrabalho,...). Estas tarefas sem valor acrescentado podem representar entre 75 a 95 % (Villa, 2010) do tempo de trabalho de um técnico, embora algumas destas tarefas não possam ser eliminadas.

As infraestruturas estão muitas vezes desatualizadas como pode ser visto na Figura 15: devido ao crescimento do setor em paralelo com a saúde pública nos últimos anos, o laboratório cresceu além da sua capacidade teórica e o aparecimento de novas máquinas lotou o espaço disponível. Estas máquinas podem necessitar de ligação à rede do laboratório, a um sistema de segurança informático, a redes de energia com UPS, a reagentes canalizados (CO₂, árgon, hélio entre outros), água ou até esgotos especiais para tratamento dos resíduos. Podem também necessitar de estar localizadas em zonas específicas do laboratório de forma a manterem-se a baixa temperatura ou longe de zonas de trabalho devido à sua fragilidade, perigo de manuseamento ou ruído. Com todas estas restrições, é normal que a instalação/movimentação de uma máquina se torne problemática e daí se verifique que, frequentemente, a sua localização geralmente não seja a mais prática, mas sim a possível. É comum encontrar-se laboratórios com corredores estreitos e caixotes de resíduos mal localizados, bem com frigoríficos ou máquinas em locais que impedem a boa circulação dos técnicos e amostras. Ainda na Figura 15 é possível ver locais e espaços exíguos, onde os técnicos têm que partilhar o corredor com técnicos da manutenção e carros que chegam com as amostras dos postos.



Figura 15 – Corredores do laboratório.

O facto é que as infraestruturas dos laboratórios tradicionais começaram por ser pequenas. Com o crescimento do setor foram adaptadas sem que houvesse uma clara reestruturação do *layout* de forma a permitir corredores largos, evitar escadas e elevadores. Isto tornou o processo de movimentação de amostras complexo devido à distribuição do laboratório por vários pisos numa zona urbana de alta densidade. Em conjunto com a chegada de amostras de um elevado número de postos dispersos, a falta de fluxo já provocava o caos na entrada do laboratório, apenas com o volume inicial de análises, previamente à centralização.

Devido à alta variabilidade de contentores de amostras (visível na Figura 16) e ao grande número e tipo de análises efetuadas, os laboratórios tradicionais apresentam também muitas tarefas manuais. O futuro dos laboratórios clínicos passa pela aposta em meios automáticos de análises, que efetuam mais testes com uma só amostra,

diminuindo ao mesmo tempo a variabilidade de processos. Com aparelhos de análise cada vez mais eficazes e eficientes existem já áreas do laboratório como por exemplo, a Bioquímica, que recorrem à automatização total. Noutras áreas, como a Microbiologia, estes aparelhos apresentam ainda custos de operação muito elevados devido ao custo dos reagentes ou falta de fiabilidade.



Figura 16 – Variabilidade dos meios de transporte: tubos de colheita, frascos de vidro de hemocultura, frascos de urinas 24 horas.

Para gerir esta quantidade de amostras e pacientes, os laboratórios recorrem a sistemas informáticos especializados. No caso do laboratório Central onde decorreu este trabalho, o SI (Sistema informático) foi desenvolvido internamente, englobando funcionalidades como a gestão de *stocks*, informação dos doentes e resultados das análises. Devido à falta de flexibilidade e à falta de um interface gráfico, este *software* foi também alvo de remodelação profunda por uma equipa informática durante a duração deste trabalho, existindo no entanto ganhos decorrentes da sua atualização.

É então possível perceber que com infraestruturas desatualizadas e processos de trabalho que facilmente podem ser otimizados, a criação de fluxo eliminando desperdício pode representar uma grande oportunidade de ganhos operacionais para grande parte dos laboratórios tradicionais.

3.3. *Layout*

O *layout* inicial do laboratório pode ser visto no Anexo A e são facilmente visíveis as áreas funcionais mais importantes:

- Química – testes bioquímicos para deteção de anticorpos ou antígenos;
- Rádio Imunologia – dosagem/contagem com marcadores radioativos;
- Imunofluorescência – visualização de tecidos com corantes fluorescentes de forma a visualizar moléculas específicas;
- Microbiologia – deteção de bactérias nos vários meios (urinas, fezes, lágrimas, tecido ou esperma). Nesta área está incluída também a citologia;
- Parasitologia – deteção de parasitas nas fezes e sangue oculto (cancro retal);
- Hematologia – estudo do sangue. As análises mais comuns nesta área detetam anemia ou infeções;
- PCR – Reação em cadeia de polimerase, permite detetar doenças hereditárias ou efetuar testes de paternidade;

- Bioquímica – estudo de processos químicos em organismos vivos, como a sedimentação da glucose que determina o positivo da diabetes por exemplo;
- Urinas – Sedimentação e contagem de partículas em urinas.

Estas áreas departamentalizadas não obedecem às regras de fluxo mais atuais e viviam, já antes do projeto, com falta de espaço para a sua atividade diária. Devido à escassez de espaço disponível, os armazéns encontram-se também distribuídos por mais que um piso. Esta situação verificava-se também para outras áreas de suporte como a informática, refeitório ou vestiários. Estando o laboratório no 3º piso, os serviços de suporte e de entrega de resultados estavam no 2º piso, enquanto a recolha de amostras se encontrava no primeiro. Os automóveis dos doentes e dos motoristas que trazem as amostras em grandes malas térmicas dos postos, chegam pelo piso -1 e -2 enquanto o rés-do-chão está dedicado a outro tipo de serviços exteriores ao laboratório. Existe ainda uma oficina da manutenção no piso -1 com todas as máquinas necessárias para a manutenção do laboratório. Estes serviços estão ligados entre si através de 2 elevadores comuns, e ainda 2 mini-elevadores para transporte de amostras e documentos. A estrutura global do laboratório pode ser vista na Figura 17 onde fica clara a dispersão de serviços no laboratório.

Com a circulação de doentes e funcionários em paralelo e com informação a fluir entre os mais variados pisos, o aumento considerável do volume de trabalho afigurava-se caótico, daí a necessidade de simplificar os vários fluxos. A estanquicidade dos vários departamentos dentro do laboratório também é evidente pelo que seria necessário redesenhar praticamente todas as áreas do laboratório de forma a garantir os resultados com maior rapidez, mantendo todos os parâmetros de qualidade.



Piso 5	Administração
Piso 4	---
Piso 3	Laboratório
Piso 2	Entrega Resultados/Secretaria/ Áreas de Suporte
Piso 1	Receção/ Colheita
R/C	Entrada
Piso -1	Estacionamento/ Manutenção
Piso -2	Estacionamento

Figura 17 – Estrutura do Edifício.

3.4. Síntese

As infraestruturas desatualizadas, a falta de fluxo das amostras e as dificuldades de movimentações que se verificavam inicialmente faziam prever uma situação caótica quando se consumasse a centralização, com um acréscimo no volume de trabalho superior ao dobro do inicial. Para permitir a centralização e aumentar a produtividade, foram implementados vários projetos de melhoria que são abordados no próximo capítulo.

4. Projetos de melhoria implementados

Definidos os objetivos principais que passavam pela centralização de 5 laboratórios, os próximos pontos apresentam o planeamento efetuado e as várias alterações feitas mediante os 4 passos de implementação de um fluxo *lean*, tendo em conta a estrutura no enquadramento teórico.

As melhorias implementadas foram graduais e divididas por área. Devido à falta de espaço tornou-se necessário limpar uma área do *layout* ou departamento para só depois movimentar um outro para a zona livre. Devido à dimensão do projeto será impossível mostrar todas as melhorias efetuadas, pelo que se optou referir as com maior impacto e que se encontram implementadas até ao momento.

4.1. Avaliação do Estado Inicial e Perceção de Melhorias Gerais

O primeiro passo no trabalho desenvolvido, foi o levantamento do *layout* inicial do laboratório de acordo com a estratégia de Implementação de Fluxo *Lean* em Laboratórios abordada no capítulo 2.3. Este *layout* inicial (altamente detalhado através da medição de cada máquina e mesa durante os 3 primeiros dias de trabalho) permitiu identificar qual o espaço disponível, quais os elementos estruturais móveis (paredes internas, divisórias, portas e janelas), quais as estruturas fixas e restritivas, tais como pilares ou paredes externas, e ainda as máquinas atualmente no espaço. Este *layout* inicial pode ser visto no Anexo A e acabou por ser utilizada por outros departamentos do laboratório devido ao seu detalhe, sendo útil no para levantamento de pontos de rede e auditorias. Devido a dimensões incorretas das paredes exteriores exigiu novas medições novas medições no exterior do edifício.



Figura 18 – Máquinas com cartões de cores criados pela auditoria que indicam se estão operacionais.

O controlo de qualidade muito restrito do laboratório obriga a auditar periodicamente os equipamentos indicando se estes estão operacionais ou não. Nestas auditorias são colocados cartões coloridos junto às máquinas (verde se operacional e vermelho se não). Estando em contacto direto com as máquinas durante o desenho inicial, onde cada uma das dimensões das máquinas foi medida, foi possível identificar alguns aparelhos que desde logo não estariam em condições de trabalhar. A Figura 18 mostra os cartões verdes ou vermelhos que indicam se um equipamento pode continuar a trabalhar, dependendo do seu estado de manutenção ou validade para os atuais parâmetros das análises clínicas.

A confirmação da remoção destes aparelhos é dada numa fase posterior pela gestão de topo e aqui foram consideradas várias possibilidades:

- Venda: embora desatualizados, podem ainda ser vendidos, dependendo da possibilidade de adaptação dos aparelhos a novas análises ou testes;
- Restauro/*Refurbish*: com uma equipa de manutenção muito completa este laboratório tem a capacidade de reprogramar as máquinas ou de as desenvolver internamente;
- *Stock/Reserva*: existe a possibilidade de colocação dos aparelhos em reserva num posto distante com espaço de armazenamento. Devem ser considerados os custos de transporte e armazenamento;
- Desmantelamento: devido ao desenvolvimento interno de alguns aparelhos, grande parte das peças pode ser reaproveitada para a construção de máquinas;
- Devolução à marca: alguns equipamentos podem ser devolvidos às marcas por se encontrarem sob licença de exploração (pagamento por análise efetuada).

A movimentação de algumas destas máquinas exige a contratação de uma grua ou de um equipamento de lagartas especializado para subir escadas. A contratação deste tipo de serviço tem custos elevados e causa um enorme transtorno nas operações do dia-a-dia do laboratório. Deve-se por isso ter o máximo de atenção na movimentação destes aparelhos e certeza da sua remoção e destino.

O *layout* desenhado permitiu também elaborar todo o planeamento de ações a desenvolver para garantir a centralização. O *layout* foi ainda utilizado pelo departamento da informática para definição de pontos de acesso à rede e para corrigir os antigos *layouts* (elaborados aquando da construção do edifício).

O planeamento de obras pode ser visto no Anexo B. Este planeamento macro encontra-se ainda hoje sobre revisão e em implementação, mas será a base do trabalho futuro e das alterações efetuadas. Apresenta-se agora por cada área remodelada os fundamentos para cada alteração e as ações de implementação e monitorização realizadas ao longo do projeto.

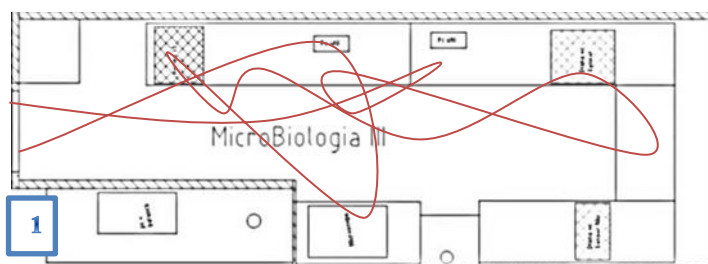
4.2. Parasitologia

A parasitologia dedica-se à análise de parasitas e fezes. As amostras de fezes, que chegam em pequenos frascos de colheita vermelhos, são utilizadas também pela pesquisa de sangue oculto que pode indicar carcinomas no trato intestinal. Este tipo de análises regista atualmente uma tendência de crescimento, crescimento que se deve à preocupação da população com a propagação do cancro no sistema digestivo.

Assim, esta é uma área crítica no laboratório devido a um muito provável crescimento no futuro e aquela que, devido à sua posição inicial no *layout*, poderia ser movimentada primeiro por se encontrar mais distante de todas as outras. Esta movimentação permitiria criar espaço para um maior volume de análises efetuadas no futuro e para novas movimentações de *layout*.

4.2.1. Estado Inicial Parasitologia

Nas várias fotos na Figura 19 é possível perceber que existiam aparelhos desatualizados (computadores demasiado lentos que provocam o desperdício de longos tempos de espera), zonas de trabalho desorganizadas e má organização do *layout* como sugere a linha de fluxo de uma amostra na Figura 19-1. Todos estes problemas são a causa de uma produtividade inferior à esperada, o que viria a dificultar a centralização, por falta de capacidade de resposta para o volume futuro de análises a efetuar.



Área: 14,76 m²
Material em falta:
2 Frigoríficos
Número Análises Efetuadas*: 600
20 Parasitológicos/dia
600 Sangue Oculto/dia

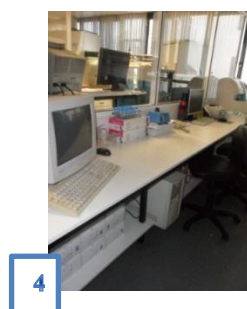


Figura 19 – 1 - Layout Inicial da Parasitologia. 2 – Desarrumação do *workplace*. 3 – Corredores estreitos e postos de trabalho sobrepostos. 4 – Material desatualizado. (*) Valores médios desde o início de 2012.

Para melhorar o fluxo e a produtividade desta área, decidiu-se adotar uma célula em U, aproximando da célula todos os equipamentos necessários à operação da parasitologia. Nesses equipamentos estavam incluídos 2 frigoríficos utilizados para guardar os frascos de amostras durante os 5 dias seguintes à análise, para salvaguardar no caso de se registarem discrepâncias nos resultados das análises.

4.2.2. Desenho da Solução Futura de Acordo com Objetivos

Devido à falta de espaço em todo o laboratório, e tendo em conta que não existiria espaço na área dedicada à parasitologia para movimentação dos aparelhos, decidiu-se realocar todo o departamento. No entanto, no *layout* do laboratório inicial as hipóteses de movimentação eram nulas sendo por isso necessário encontrar uma oportunidade para ganhar espaço. A solução proposta foi a realocação de uma arca congeladora de -30°C para a zona de uma casa de banho que poderia ser demolida, já que se encontrava disponível uma outra muito próxima.

Esta arca congeladora estava no vértice oposto do laboratório onde era suposto ser utilizada. Entre a *workcell* onde eram utilizados os reagentes e onde eram armazenados nesta arca distavam 54 metros. As deslocações ocorriam em média 3 vezes ao dia. A

poupança total apenas em tempo de deslocamento é superior a 4 minutos diários, eliminando também o transtorno de carregar os caixotes de reagentes.

Nesta área está também outra arca de menor volume a -80°C dedicada à *Workcell*. Devido à temperatura de funcionamento desta arca ser extremamente baixa, necessita de uma ligação a uma canalização de CO₂ que exige 4 garrafas no exterior do edifício. Para a movimentação desta arca, foi necessário orçar a construção de uma estrutura em alumínio térmico, de forma a evitar variações de temperatura que colocariam em risco a segurança de técnicos e infraestruturas devido ao perigo de explosão.

A solução desenhada para a parasitologia é apresentada na Figura 20, já depois de garantir a movimentação da arca congeladora. Aqui é possível ver o desenho da célula em U, com melhor visibilidade e acessibilidade que a situação inicial. Nesta figura são ainda apresentados os valores para cada um dos trabalhos efetuados na área.



Área: 15,22 m²

Número Análises Efetuadas: 1500

Custo:

Eletricista – 2531,87€

ArCondicionado e Exaustão – 1446 €

Pichelaria – 544,07€

Movimentação da Arca -80°C – 2345€

Tetos – 662,81€

Chão – 400€

Total: 7929,75€

Figura 20 – *Layout* proposto para a parasitologia e custos associados à movimentação.

No desenho da solução apresentada na Figura 20 foi ainda tido em conta:

- **Luz Natural:** os postos de trabalho estão juntos da luz natural (a falta de luz natural ou má disposição do sistema de iluminação é uma das queixas mais frequentes dos técnicos). Estes postos de trabalho não se encontram no entanto de frente para a luz estando posicionados lateralmente de forma a permitir a visualização de amostras no microscópio;
- **Temperatura:** reaproveitamento de um ar condicionado de um laboratório centralizado, mais recente e de maior capacidade de valor superior a 3000€; Os frigoríficos encontram-se também encostados a uma parede de forma a diminuírem o ruído e temperatura para outras áreas;
- **Ruído:** o piso continua de acordo com o restante laboratório sendo antibacteriano e acústico. A arca de -80°C que produzia um alto ruído foi também realocada para uma zona próxima, de forma a diminuir os custos da movimentação;

- Distâncias: a redução de distância foi também uma preocupação com a inclusão dos frigoríficos para armazenamento das fezes e de uma centrífuga na célula;
- Cheiros: devido à natureza das amostras, foi também realocado o sistema de exaustão que será utilizado na extração de cheiros por todo o setor;
- Higiene e segurança: Os materiais utilizados são de fácil limpeza e antioxidantes devido à natureza destrutiva dos reagentes de limpeza utilizados. Privilegiou-se o inox nas bancas de trabalho;
- Conforto: os tetos ficaram de acordo com o restante laboratório e privilegia-se uma filosofia *open space* permitindo maior entreaajuda e comunicação entre os técnicos. Será visto mais à frente a inclusão da área da parasitologia num *layout* global.

4.2.3. Implementação da solução

A solução proposta no ponto anterior para a parasitologia foi adotada e como tal, os ganhos de espaço e produtividade acima descritos foram uma realidade. Aumentou-se a área da parasitologia em cerca de 3% e garantiu-se o mesmo volume de trabalho desempenhado em 5 laboratórios num único local.

Para que esta implementação fosse possível, foi necessário criar uma zona intermédia para os reagentes enquanto ocorresse o desmantelamento e posterior montagem da arca. Minimizando os custos de mudança, foi reaproveitada uma arca de -30°C de menor volume que estava inutilizada, e foi pedido aos técnicos para libertarem uma outra arca removendo reagentes ou amostras desnecessárias. Esta primeira abordagem aos 5S's, permitiu perceber desde logo que existiam grandes quantidades de materiais em desuso guardados por todo o laboratório. Para criar a área para os congeladores junto à *workcell* foram movimentadas duas máquinas de forma a aumentar a produtividade:

- Uma Blot para a zona do PCR onde se trabalha atualmente com esta máquina;
- Movimentação provisória de um Chiron (utilizado na Química) para uma posição secundária, já que *houve uma rotura de stock dos reagentes*;
- Eliminação de móveis e bancada de trabalho através da aplicação de 5S's.

O processo de mudança pode ser visto na Figura 21.



Figura 21 – Em cima: situação inicial da arca -30°C, localizada junto à casa de banho e Chiron. Em baixo situação correspondente após primeiras alterações.

Ao longo desta mudança inicial foram colocados vários entraves. Todos os frigoríficos e congeladores são monitorizados através de termómetros ligados à rede, e a informação disponibilizada *online* ao responsável de qualidade do laboratório que verifica periodicamente se existem alterações relevantes na temperatura. Quando algum destes aparelhos atinge um limite de temperatura é despoletado um alerta para que se tomem ações corretivas imediatas. Com a movimentação destes aparelhos foi necessário encontrar uma solução *wireless* de medição de temperatura, já que os custos para colocar novos termómetros seriam elevados tratando-se de uma opção provisória. Esta solução encontrava-se já disponível no sistema de transporte de malas, onde a temperatura das malas que chegam dos postos é monitorizada de forma automática através de termómetros *wireless*. Foram então adaptados estes termómetros aos 2 frigoríficos movimentados. Para a arca -30°C foi alterado o sistema de medição de temperatura de forma definitiva já que se encontrava na posição final. A eliminação da casa de banho levou também à necessidade de realocar um posto de trabalho próximo de forma a permitir as obras, levando a criação de novos pontos de rede e a readaptação do método de trabalho dos técnicos.

A movimentação da parasitologia teve ainda em conta dificuldades posteriores, como a instalação de uma banca com acesso a uma torneira, já que a canalização do laboratório não se encontra no chão como é hábito, sendo por isso necessário acoplar uma bomba de água a essa banca. Devido ao valor da bomba (>600€) foi removida da zona de microbiologia uma dessas bancas e adaptada à Parasitologia.

Foi também alvo de melhoria a posição do ar condicionado. Devido à necessidade do laboratório estar a uma pressão inferior à ambiente (impossibilitando que moléculas nocivas escapem para o exterior), existe um sistema de extração de ar, que poderia remover o ar climatizado pelo ar condicionado para o exterior com elevados custos energéticos. Esta situação foi evitada posicionando o ar condicionado o mais longe possível das condutas de ventilação, e com a insuflação de ar no sentido oposto ao da extração.

A situação final visível na Figura 22, permitiu ganhos ótimos em termos de fluxo e de capacidade da zona de parasitologia, garantindo também a satisfação dos técnicos.



Figura 22 – Resultado final da proposta implementada.

Os ganhos de produtividade nesta área garantiram a centralização deste tipo de análises com a mesma mão-de-obra. A satisfação dos técnicos foi garantida pelo envolvimento no desenho dos seus postos de trabalho, e garantindo a sua participação aquando da implementação da solução no terreno.

4.2.4. Monitorização e Manutenção da Solução

As mudanças efetuadas neste setor foram alvo de críticas iniciais pelos técnicos. Numa primeira fase, a mudança do seu método de trabalho após vários anos sem qualquer alteração, causou algumas dúvidas sobre os resultados futuros da solução desenhada. Falta de espaço, ambiente demasiado aberto e dificuldades em encontrar os materiais necessários para o trabalho, foram as queixas mais comuns. Para evitar esta situação foi aplicada a ferramenta 5S's de forma a promover a limpeza e organização da *workcell*, e passou-se a monitorizar os métodos de trabalho de forma a possibilitar a comparação com o passado, permitindo verificar os resultados obtidos e ganhar a confiança dos técnicos.

Durante este processo de monitorização foi possível ganhar ainda mais espaço e eliminar materiais ou máquinas desnecessárias. Através das sugestões dadas pelos técnicos verificou-se que 2 frigoríficos eram desnecessários na parasitologia e foram movimentados para uma posição provisória na Microbiologia, a ver mais à frente. Esta movimentação permitiu libertar espaço e aumentar o tamanho das bancadas de trabalho, indo de encontro aos pedidos feitos pelos técnicos.

Ainda nesta fase, a monitorização por parte da direção técnica no terreno, permitiu perceber melhorias encobertas antes da mudança, representando também uma motivação para os técnicos que viam os seus supervisores envolvidos no terreno. O posicionamento de contentores para eliminação de desperdício mais próximos dos técnicos, relativamente ao inicialmente proposto, colocação de dispensadores de papel e sabão, ou mudança do método de trabalho, foram algumas das sugestões feitas pelos técnicos e permitiram melhorar a qualidade de trabalho.

Foi criado ainda um plano de auditoria 5S de frequência mensal que permitirá garantir que o posto de trabalho se mantém organizado. O *template* da auditoria 5S pode ser visto no Anexo C.

4.3. Urinas Tipo 2 e 24 horas

As urinas 24 horas são as colheitas de urina feitas durante um dia completo em casa do doente e a movimentação destes frascos de grande volume é crítica para os técnicos. Assim, esta área foi naturalmente a segunda a movimentar, muito também pela sua proximidade à parasitologia. Também a zona das Urinas Tipo 2 que trabalhava com tubos e frascos de urina, sofreram algumas alterações de relevo, tendo com objetivo o aumento da capacidade.

4.3.1. Estado Inicial Urinas

No ponto 4.2. falou-se da integração da Parasitologia numa outra área do laboratório, que é denominada Urinas Tipo 2 e 24 horas. No Anexo A com o *layout* inicial, são sinalizadas como Urinas 24 e Urinas.

Figura 23, têm algumas particularidades que obrigam a cuidados adicionais no desenho do fluxo. A primeira particularidade a considerar é o seu tamanho e espaço que ocupam. Os picos registados à segunda-feira levavam a que numa fase inicial do projeto, se registassem mais de 150 frascos dispostos em várias bancadas de trabalho à espera de tratamento. Devido a todo este tempo parado, os odores criados naquela área eram motivo de queixa por parte de outros departamentos, pelo que as alterações feitas no *layout* em anos anteriores retiraram esta zona do fluxo para uma área secundária do laboratório. Aquando do projeto *Kaizen*, esta área situava-se no armazém de malas e lavagens, sem acesso a qualquer sistema de climatização ou extração de odores. Esta



Figura 23 – À esquerda antiga zona das urinas 24 com frascos prontos para análise. À direita desorganização evidente do posto de trabalho nas Urinas Tipo 2.

área apresentava também má acessibilidade estando numa zona de passagem de técnicos e carros com malas dos postos.

Por seu lado, as Urinas Tipo 2 onde a necessidade de espaço não era tão crítica, dispunham de espaço considerável para proceder a algumas alterações. No entanto, era urgente o aumento da capacidade desta área que utiliza duas máquinas específicas, as Sedimax, que efetuam todas as análises no setor. Duas Sedimax estavam atualmente neste setor, mas, devido à centralização seria possível aumentar o seu número para 4 sem custos adicionais de aquisição. Neste sentido, e embora não fossem totalmente necessárias para o volume de análises futuras (3 seriam suficientes), seria necessário criar espaço para a sua inclusão no *layout* futuro garantindo a manutenção do fluxo nesta área.

4.3.2. Desenho da Solução Futura de Acordo com Objetivos

De forma a garantir a centralização e inclusão de duas Sedimax, foram aproveitadas as bancadas que estavam inutilizadas, reduzindo-se também a sua largura de forma a minimizar os locais onde seria possível acumular *stocks* ou *WIP*.

Além dos princípios considerados aquando do desenho da solução na Parasitologia, foram considerados princípios adicionais que permitiriam complementar o trabalho efetuado na Parasitologia:

- Proximidade dos postos de trabalho: postos de trabalho próximos permitem não só partilhar recursos de economato mas também maximizar a entreaajuda entre técnicos ou até *multitasking* com redução do *Muda* de espera. Num plano a longo prazo permite também facilitar a formação de novos técnicos;
- Espaço livre necessário: a diminuição de espaços livres inutilizados elimina *stocks* e *WIP*, e garante também o fluxo das amostras e o seu tratamento no mínimo de tempo possível;
- Filosofia *open-space*: espaços abertos garantem a visibilidade sobre os vários processos nesta zona do laboratório e permitem aumentar a entreaajuda entre técnicos já que conseguem ver onde estão as tarefas críticas através da acumulação de *WIP*;
- Partilha de recursos *standard*: a partilha de equipamentos *standard*, como centrífugas ou impressoras, permite aumentar o espaço disponível de trabalho através da eliminação de equipamentos redundantes.

Com estas regras em mente procedeu-se ao desenho da solução que pode ser vista na Figura 24. Nesta figura é ainda possível ver a prevalência das células em U. A entrada dá-se pela direita e as amostras seguem o ciclo em U de forma a permitir a sua saída à esquerda. Desta forma não há lugar a movimentações no sentido horário, ou seja, em contraciclo, diminuindo o *takt time* (tempo desde que uma amostra dá entrada até ao resultado da análise).

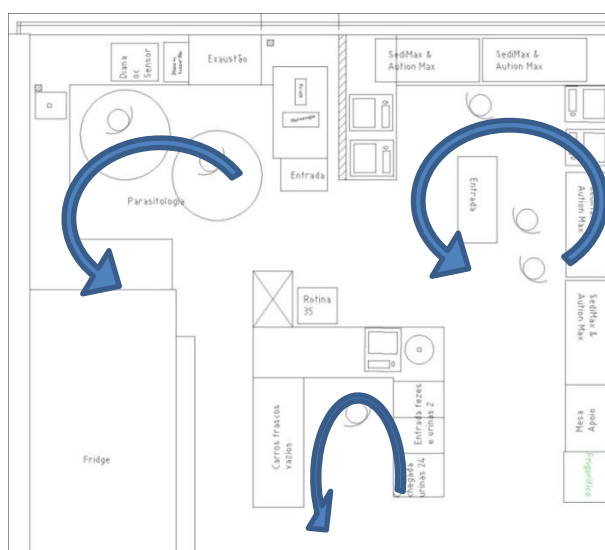


Figura 24 – Desenho da solução a implementar na zona das Urinas Tipo 2.

Esta solução garante o fluxo acabando por eliminar grande parte dos desperdícios, como por exemplo a procura dos técnicos por amostras dispostas aleatoriamente no anterior *layout*, excesso de movimento, já que tudo está mais próximo, ou até material em espera sendo as amostras tratadas em fluxo.

Nesta figura é ainda possível ver as alterações ao *layout* da Parasitologia já que, como acima foi descrito, 2 frigoríficos foram removidos desta zona, permitindo aumentar ligeiramente o espaço de bancada e rearranjar os postos de trabalho, indo de encontro aos pedidos dos técnicos e garantindo a sua satisfação e empenho na missão.

Tabela 4 – Ganhos de produtividade nas Urinas e Parasitologia.

	Situação Inicial	Situação Futura
FTE	4	5
Volume Trabalho	100%	250%
Ganhos Produtividade	+100%	

No conjunto destas três zonas, Urinas Tipo 2, Urinas 24 H e parasitologia, que partilham hoje os FTE, os ganhos apresentados são de 100% na produtividade do laboratório centralizado como é possível ver na Tabela 4, sendo superiores se se considerar o conjunto dos 5 laboratórios.

4.3.3. Implementação da solução

Com a aprovação da solução procederam-se aos próximos passos, começando desde logo pela remoção de todos os materiais desnecessários na zona através da primeira fase dos 5S's, ou Triagem. Dezenas de capas com documentos foram eliminadas, *stocks* fora do prazo ou sem qualquer utilização possível, móveis e até centrífugas. Com esta primeira abordagem os técnicos ficaram mentalizados da necessidade de mudança e manutenção da limpeza do seu posto de trabalho, pelo que nos dias seguintes à primeira triagem continuaram a eliminar produtos desnecessários, produtos esses que numa primeira fase tinham sido identificados como úteis. Alguns destes exemplos podem ser vistos na Figura 25, onde também é possível perceber a quantidade de materiais removidos, em alguns casos para grande surpresa dos técnicos.

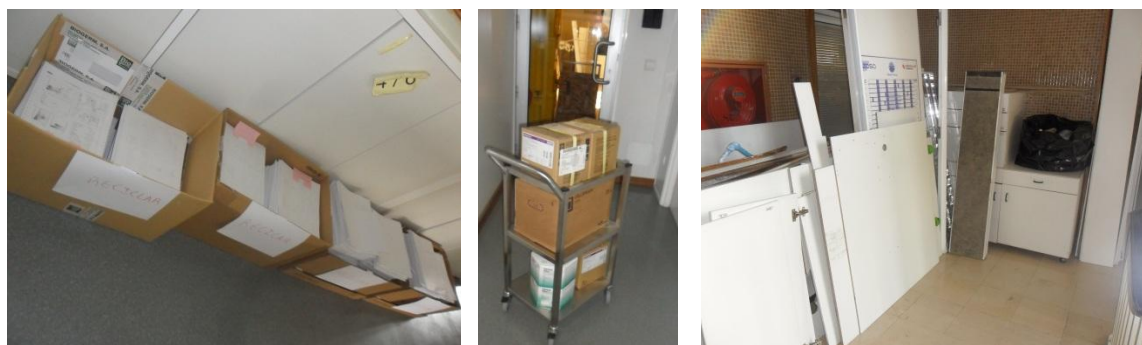


Figura 25 – Documentos desnecessários, *stocks* e divisórias/móveis removidos.

Numa fase posterior, por motivos de falta de espaço visíveis na Figura 26, foi necessário rearranjar a solução obtida através do desenho de uma nova estante, que permitisse a divisão dos tubos que chegavam dos postos, entre o departamento das Urinas Tipo 2 e a Microbiologia. A estante desenhada no Anexo J obedece aos princípios *lean* através da utilização da gravidade para movimentar os tabuleiros com frascos (Figura 26). Nesta fase, e para tornar possível esta divisão, foi feito um grande esforço de normalização do trabalho nos postos: inicialmente as amostras chegavam em frascos de 100 ml indiferenciados, pelo que foi necessário regulamentar que os técnicos no posto deviam fazer a passagem desses frascos para tubos de 10 ml (utilizados no laboratório), enviando para o laboratório as amostras destinadas às Urinas Tipo 2 em suportes próprios para tubos, e os frascos e tubos destinados à microbiologia em pequenos sacos. Esta solução permitiu eliminar a triagem nas Urinas Tipo 2 e garantir que o trabalho na Microbiologia começava mais cedo, já que as amostras entravam diretamente neste departamento, garantindo também maior qualidade tendo em conta que as urinas eram imediatamente refrigeradas e analisadas em fluxo.



Figura 26 – Estante dinâmica desenhada com movimentação gravítica de tabuleiros através de rolos que evita situações como tabuleiros sobrepostos e desorganizados.

A solução desenhada encontra-se ainda em fase de construção e por esse motivo não é ainda possível apresentar fotos finais desta zona tal como na parasitologia. No entanto as alterações seguem agora em paralelo com a microbiologia, que será abordada nos pontos seguintes. Esta situação deve-se essencialmente aos atrasos provocados pela indecisão sobre a solução desenhada, em particular pelas dificuldades em reunir todos os orçamentos e técnicos do setor da construção no período de tempo inicialmente previsto, já que muitas das alterações de *layout*, como a remoção de paredes ou canalizações, tem que ser efetuada ao fim de semana para não prejudicar a operação do dia-a-dia.

4.3.4. Monitorização e Manutenção da Solução

A monitorização e respetiva manutenção da solução seguiu o mesmo padrão apresentados na parasitologia, com a implementação de uma auditoria 5S's de frequência mensal, seguimento de indicadores e registo de sugestões, presenças e volumes de trabalho numa base diária. Esta filosofia de monitorização permanente

permitirá manter a solução inicialmente desenhada, assistindo-se já a um grande empenho dos técnicos em manter os seus postos de trabalho limpos e organizados.

4.4. Microbiologia

A microbiologia apresenta-se como mais uma área crítica do laboratório, devido não só ao seu processamento ainda pouco automatizado, mas também à variabilidade das amostras e análises efetuadas. Nesta zona chegam fezes, urinas, e os mais variados tipos de tecido ou fluido humano para exames bacteriológicos. É uma das áreas com maior implicação para a saúde pública detetando-se nesta área doenças como o cancro ou a tuberculose. É também nesta área que se realizam os antibiogramas indicativos dos antibióticos apropriados para a maioria das infeções.

4.4.1. Estado Inicial da Microbiologia

O departamento da Microbiologia (cujo *layout* pode ser visto no Anexo A) estava inicialmente dividido em duas zonas devido à natureza contaminante das amostras: zona suja, onde as amostras eram manuseadas, e zona limpa, onde estas amostras eram analisadas. Uma pequena janela de comunicação permitia que os técnicos não fizessem as viagens através do corredor para levantar amostras para análise, sendo rapidamente perceptível não ser este o meio mais adequado de comunicação (Figura 27). Esta movimentação pelo corredor não obedece aos *standards* de qualidade podendo facilmente propagar infeções e tendo implicações no aumento do *Muda* de deslocamento dos técnicos com respetiva queda da produtividade.

Na zona limpa, os resultados das análises são dados por técnicos superiores com maior nível de formação, enquanto na zona suja os técnicos têm a formação básica, tornando-se evidente a falta de comunicação e entreajuda provocada pela atomização do serviço. Ainda nesta primeira análise, foi possível perceber que existiam já muitas máquinas desativadas ou com um volume de análises insuficiente para que se mantivessem no *layout* futuro.

O primeiro passo após a análise ao setor, foi perceber quais as atividades e os tempos que cada uma demorava, de forma a dimensionar toda a Microbiologia, recorrendo-se então ao mapeamento de processos (Anexo D). Aquando deste mapeamento foram analisados quais os materiais utilizados nas análises, qual a quantidade necessária, as restrições de temperatura e tempo associadas às várias amostras e reagentes e as principais medidas de segurança a adotar de forma a garantir que além de possibilitar a centralização, se implementariam todas as melhorias necessárias de forma a assegurar um alto padrão de qualidade e satisfação do cliente.

A Figura 27 permite perceber que existiriam muitas oportunidades de melhoria de forma a garantir que os técnicos perderiam menos tempo na procura das análises ou documentos, sendo esse um dos objetivos primários do projeto: aumento da produtividade.



Figura 27 – Zona de validação da Microbiologia.

Após análise dos volumes de outros laboratórios ficou também definido que o *layout* futuro deveria estar desenhado para um volume de amostras 3 vezes superior ao atual.

4.4.2. Desenho da solução Futura de Acordo com Objetivos

Os primeiros cálculos efetuados depois do mapeamento de processos, permitiram determinar os tempos de ciclo tal como é ilustrado na Tabela 5. Estes tempos de ciclo permitiriam dimensionar os postos de trabalho e gerar os mapas de trabalho para os técnicos.

Tabela 5 – Tabela Modelo para avaliação de tempos de ciclo na validação dos resultados das Urinas.

Tarefa	Unidades	
Validação Urinas positivas	55	min
Quantidade	35	un
Tempo ciclo	1,6	Un/min

O próximo passo seria então o mapeamento das tarefas de forma a desenhar os postos de trabalho dos técnicos na zona suja, onde efetuariam a sementeira nos meios de cultura (Anexo E). Por sementeira entende-se a colocação de parte da amostra (fezes, urinas, tecido humano, etc.) num meio de cultura que permitirá o crescimento da bactéria, um processo manual e repetitivo onde os ganhos de produtividade seriam consideráveis. Depois de perceber quais as atividades desta área do laboratório em maior detalhe, procedeu-se ao desenho do posto de trabalho do técnico (Figura 28). O posto de trabalho tem as seguintes funcionalidades:

- Eliminação de resíduos através de pequenos orifícios na mesa em locais onde são gerados;
- Desempenhar atividades da esquerda para a direita, melhorando o fluxo e a ergonomia no caso de técnicos destros (adaptável a esquerdinos);
- Computador num plano elevado;
- Dispensador automático das placas de Petri de forma a reduzir o *takt time*;
- Suporte para arrumação e identificação dos meios de cultura dentro da estufa;
- Placa de trabalho lavável, que permite a fácil lavagem da mesa de trabalho;
- Teclado que se apresenta num plano inclinado para evitar derrames.

Por sua vez, o carro na Figura 28, foi desenhado para transportar placas de Petri e dar apoio ao técnico, estando dimensionado para um ciclo de trabalho de 30 minutos (o tempo máximo que as urinas podem estar no exterior sem refrigeração).

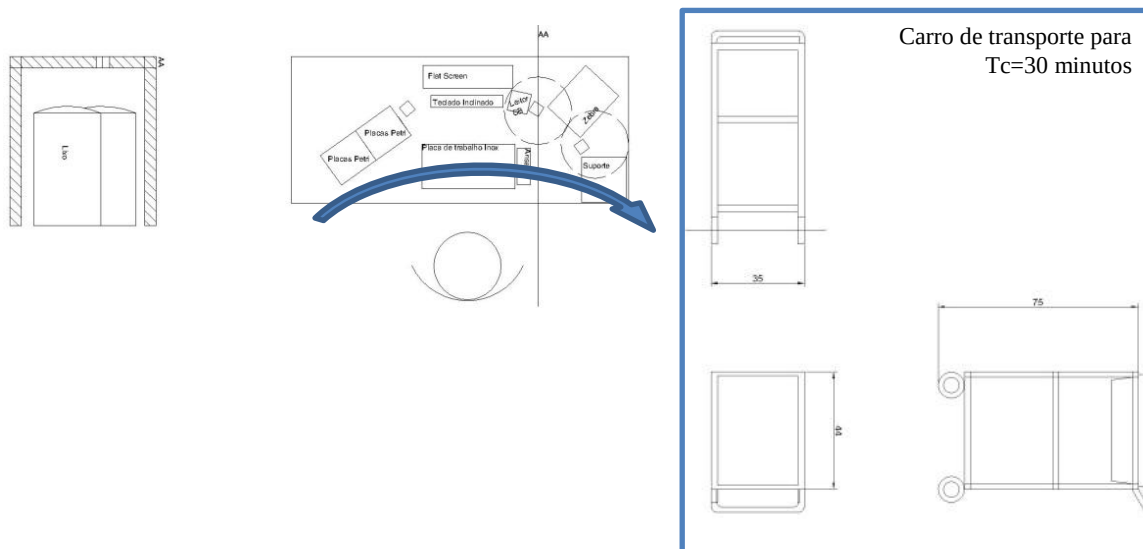


Figura 28 – Desenho dos postos de trabalho e do carro de apoio de acordo com a filosofia *Lean*.

O próximo passo foi verificar qual o impacto na remoção da divisória entre as duas zonas da microbiologia, de forma a adotar uma filosofia *open space*. Devido às restrições de segurança e perigo de contaminação foi necessário consultar a legislação² correspondente a este setor e as respetivas normas de qualidade³ aplicadas aos laboratórios das análises clínicas. Na legislação consultada nada é indicado quanto à obrigatoriedade de implementação no *layout* de uma divisória entre estas áreas, um paradigma inicial que estava em contradição com a solução desenhada. Assim, optou-se por privilegiar uma filosofia *open space*, representada na Figura 29.

Inicialmente a microbiologia contava também com 2 FTE (*Full Time Equivalent*⁴) na zona de validação, ou zona limpa, e 2 FTE na zona suja. Através do cálculo do tempo de ciclo para cada tipo de análise, foi indicado que um total de 8 FTEs, dos quais 4 técnicos especializados, seriam suficientes para esta zona. Com o aumento em 2,5 vezes do volume de amostras e a duplicação da mão-de-obra na zona da microbiologia, garantiu-se um aumento de produtividade na ordem dos 37,5% como é possível ver na Tabela.

Tabela 6 – Ganhos de produtividade na Microbiologia.

	Situação Inicial	Situação Futura
FTE	4	8
Volume Trabalho	100%	250%
Ganhos Produtividade	+37.5%	

² Despacho nº 8835/2001 (2.ª série) de 27 de Abril de 2001

³ EN ISO 15189:2007

⁴ Um FTE é uma medida de equivalência de carga de trabalho, ou seja, se um técnico está a tempo inteiro no laboratório então corresponde a 1 FTE, se está apenas meio-dia corresponde a 0.5 FTE, ou meio técnico a tempo inteiro.

4.4.3. Implementação da solução

Para implementar a solução desenhada e numa área onde as técnicas são ainda maioritariamente manuais, deu-se preferência à experimentação e debate com os técnicos sobre as melhores soluções. Na Figura 30 podem se vistos dois exemplos de construção para testes, como é o caso do posto de trabalho e do carro de apoio. Esta proposta de solução partilhada e melhorada em conjunto com os técnicos, foi um dos fatores chave para o sucesso da implementação.



Figura 30 – À esquerda o *mockup* do posto de trabalho desenhado. No centro a eliminação de máquinas descontinuadas e carro desenhado para testes. À direita, dispensador automático de placas.

A solução encontra-se ainda em implementação e por esse motivo não é possível apresentar o resultado final deste projeto de melhoria. Desta forma não será possível apresentar a monitorização e manutenção da solução, no entanto, devido ao sucesso do seguimento de indicadores e da implementação dos 5S's noutras áreas já abordadas, como por exemplo a parasitologia, perspetiva-se que o seguimento dos mesmos passos será a opção ideal. Esta normalização permitirá no futuro o seguimento de indicadores via eletrónica.

4.5. Outras Zonas

Outras zonas do laboratório já estão desenhadas e os princípios aplicados são os mesmos para cada um dos 4 pontos apresentados anteriormente para as áreas da parasitologia, urinas e microbiologia. Nestas novas zonas o principal conceito a guiar as movimentações efetuadas foi a aproximação das máquinas que apresentavam maior número de análises efetuadas para junto da entrada do laboratório, de forma a agilizar a receção de amostras e a proceder-se à sua análise no menor tempo possível. Algumas máquinas foram ainda incluídas na linha automática, de forma a aumentar o volume e número de análises efetuadas, enquanto outras foram reorganizadas em células de trabalho em U por tipo de amostra de entrada (hemograma, tubo de soro, ou coágulos), facilitando o processo de transporte de amostra a rastreabilidade do *WIP*. Sendo que estas propostas ainda estão a ser discutidas sendo passíveis de grandes alterações, julgou-se prematuro apresentá-las. A proposta do *layout* geral de todo o laboratório desenhado durante esta dissertação encontra-se no Anexo G.

4.6. Outros Projetos de Melhoria Implementados

Para garantir a criação do fluxo e a centralização das operações dos cinco laboratórios, foi necessário implementar outros projetos de melhoria críticos para o bom funcionamento das operações. Estes projetos centram-se na logística externa do laboratório, intrinsecamente ligada aos postos e à receção de amostras e produtos para trabalho no laboratório, e na logística interna, sendo a organização de *stocks* essencial.

4.6.1. *Stocks*

A gestão de *stocks* inicial estava limitada a um laboratório e 20 postos de colheita na região do Porto. Assim, era possível extrapolar as dificuldades que existiriam no futuro para gerir um volume de *stocks* para um laboratório centralizado e mais de 160 postos (Anexo H). O primeiro passo foi desenhar um modelo de gestão de *stocks* otimizado para posterior implementação pelo gabinete de informática.

No modelo de *stocks* desenhado foram tidos em conta aspetos importantes no âmbito geral da gestão de *stocks*:

- *Stock* teórico $\neq$ *Stock* real: Se não houver visibilidade sobre as referências encomendadas ou em trânsito corre-se o risco de encomendar sucessivamente uma referência já encomendada;
- *Lead time* de entrega $\neq$ *Lead time* do fornecedor: Há que considerar os tempos até disponibilizar a referência para consumo além do Lead Time do Fornecedor. Tempo de desembalamento, tempo até colocar a encomenda após ser detetada a necessidade, tempo de transporte até à zona de *stock*, são alguns exemplos de tempos a acrescentar ao Lead Time do fornecedor utilizado tradicionalmente;
- *Stock* de segurança – No caso laboratorial, o *stock* de segurança é muito importante já que alguns fornecedores estão noutro continente, sendo em muitos casos o *stock out* de um reagente uma ocorrência muito crítica. Este *stock* de segurança para cada referência é dado pela análise do consumo máximo no Lead Time subtraído do consumo médio:

$$\text{Stock Segurança} = \text{Consumo máximo no Lead time} - \text{Consumo médio no Lead Time}$$

A Figura 31 apresenta a base de funcionamento deste algoritmo básico de *stocks*.

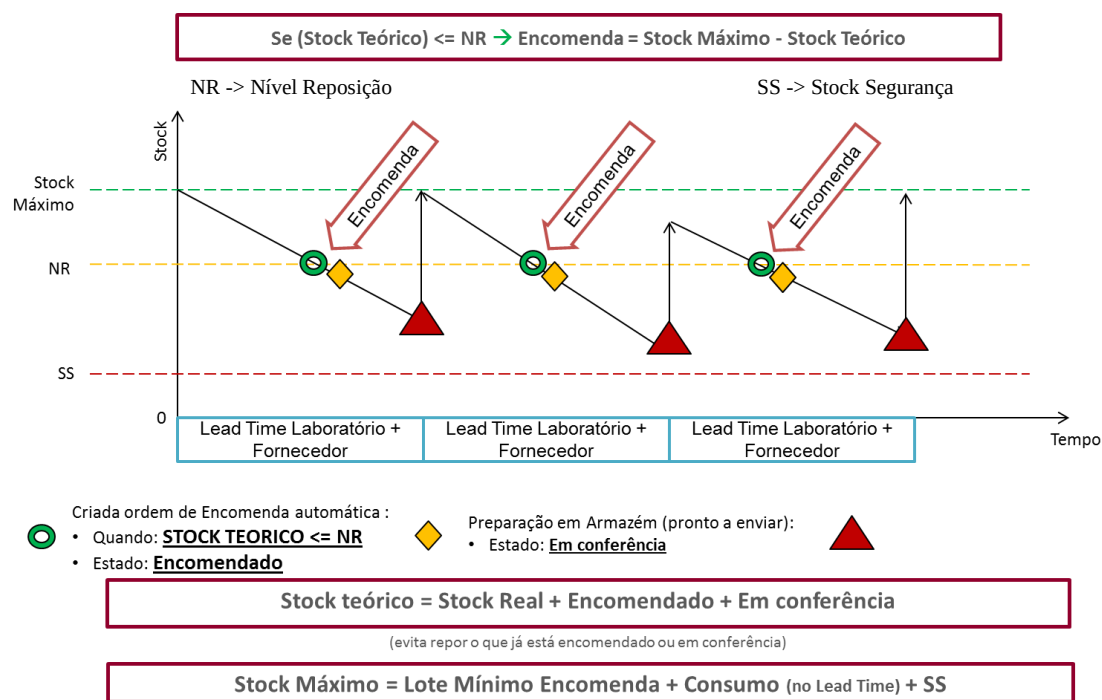


Figura 31 – Overview do modelo de stocks construído para o laboratório.

Este modelo de reposição de *stock* automático, atualmente em *standalone*, facilitou o trabalho dos técnicos que hoje têm níveis de reposição automáticos, ou seja, a reposição dos reagentes que utilizam é feita automaticamente sem que agora exista a necessidade de controlar diariamente os seus *stocks* e colocar encomendas, aumentando também a produtividade através da centralização da gestão de *stocks* ao pessoal do armazém. Por outro lado permitiu libertar tempo ao gestor de *stocks* para efetuar outras tarefas, garantindo também que as suas decisões eram tomadas de acordo com uma base matemática e mensurável, criando também um histórico de encomendas e gestão de materiais por posto. Para complementar o algoritmo de reposição e de forma a garantir que o sistema de *stocks* funcionava sem qualquer erro, os pedidos de reposição aos postos são geridos através do sistema Kanban que pode ser visto na Figura 32. Ficou ainda definido que esta implementação, terá também visibilidade sobre os *stocks* em cada um dos postos, de forma a aumentar a rastreabilidade das referências no exterior do armazém. Existe a possibilidade futura de criar níveis de reposição eletrónicos para os postos à semelhança do desenhado para o laboratório com respetivo aumento de produtividade.

Kanban
KAIZEN INSTITUTE

ID Componente

Tubo Vácuo Soro (Amarelo)



Referência Componente
MP1317

Cliente
Posto X

Fornecedor
Armazém Central

Quantidade a Encomendar
2

Nível Reposição
2

OBS:

Atingiu o ponto de encomenda!

Figura 32 – Kanban Modelo.

Esta implementação, terá também visibilidade sobre os *stocks* em cada um dos postos, de forma a aumentar a rastreabilidade das referências no exterior do armazém. Existe a possibilidade futura de criar níveis de reposição eletrónicos para os postos à semelhança do desenhado para o laboratório com respetivo aumento de produtividade.

A localização dentro do laboratório e no armazém é também importante para auditorias e para facilmente localizar um reagente ou produto, evitando o desperdício de tempo. Para isso foi definido um sistema de localização que pode ser visto na Figura 33.

Zona	Móvel	Prateleira/Linha	Posição
Armazém	A	4	5
Não Core	F	3	1

Cód	Descrição
RR2081	TOLUENO 1 LT
Posicao F	
A.1.3	



Figura 33 – Esquema de Localização utilizado, etiqueta tipo, e aplicação no contexto de um armário de reagentes tóxicos.

Este esquema de localizações tornou-se útil não só para identificar reagentes, mas para perceber que muitos deles não estavam no sistema, servindo também para definir, de forma concreta, as suas posições dentro do laboratório.

Durante este projeto foi também desenhado o *layout* do armazém através da medição de cada uma das embalagens das referências em armazém, de forma a otimizar toda a infraestrutura do armazém, rotas de *picking* e aprovisionamento aos postos, tendo como base de funcionamento uma reposição diária dos materiais a cada um dos postos. O *layout* inicial e final podem ser vistos no Anexo L e M respetivamente.

4.6.2. Postos e Rotas

Na logística externa apresentavam-se 2 situações potencialmente críticas para o desempenho do trabalho de forma eficaz dentro do laboratório, a saber 1) como otimizar as rotas dos postos de entrega distantes e 2) como controlar a variabilidade. Estes pontos serão brevemente analisados de seguida.

Postos distantes

Para que existisse uma logística eficiente a partir dos postos, houve a necessidade de definir rotas precisas, que garantissem que o transporte das amostras se dava no menor tempo possível, com o melhor custo possível para a empresa e cumprindo todas as condições de segurança.

Assim, utilizando o *Google Maps* foram agrupadas e otimizadas 15 rotas para todos os postos de forma a garantir que todas as amostras chegavam ao laboratório de acordo com os princípios acima indicados.

Rota	Paragem	Laboratórios	distancia (m) para o proximo posto	tempo de transporte (min)	hora de arranque	Horario de colheitas	# de doentes
AAAA	1	Posto 1	41035503-8.514567		10:45	#N/A	
	2	Posto 2	41035503-8.514568	4800	9	Seg. - Sex.: 07:30 - 10:30	1
	3	Posto 3	41035503-8.514569	27600	28	Seg. - Sex.: 08:00 - 10:30	14
	4	Posto 4	41035503-8.514570	2300	5	Seg. - Sex.: 07:30 - 11:30	20
	5	Posto 5	41035503-8.514571	7900	12	Seg. - Sex.: 08:00 - 11:00	9
	6	Posto 6	41035503-8.514572	2700	4	Seg. - Sex.: 08:00 - 11:00	5
	7	Posto 7	41035503-8.514573	9300	15	Ter. E Qui.: 08:30 - 11:00	4
	8	Posto 8	41035503-8.514574	2200	8	Seg. - Sex.: 08:00 - 11:00	20
	9	Posto 9	41035503-8.514575	1000	4	Seg. - Sex.: 08:00 - 10:30	5
	10	Posto 10	41035503-8.514576	2900	7	Seg. - Sex.: 08:00 - 11:00	6
		Posto 11	41035503-8.514577	22000	18	13:25	
totalis			82,7 Kms	110 min	# de doentes total		84
Tempo total de rota			160				
tempo paragem em cada posto (min)			5				

Figura 34 – Desenho de uma rota exemplo para 10 postos.

Ainda de forma a garantir que o transporte se dava de forma eficiente foi normalizado um carro modelo, através da construção de uma estrutura metálica que permitisse o fácil acesso ao conteúdo do carro. Este carro, que pode ser visto na Figura 35, foi testado em algumas rotas, apresentando resultados ótimos de acordo com os motoristas.



Figura 35 – Carro normalizado para transporte de amostras dos postos.

Os resultados mais relevantes desta normalização de transporte estão na organização do carro e do serviço transportado, mas também na garantia do cumprimento de horários de trabalho, excedido consistentemente devido à sobrecarga dos motoristas.

Alta variabilidade do processo de colheita nos postos

A variabilidade do processo de colheita nos postos pode ser responsável pelo mau funcionamento do laboratório. Um tubo trocado pode representar um enorme desperdício de tempo à procura da análise respetiva, ou um custo elevado ao processar mais análises do que as faturadas ao doente, de forma a garantir que se procederam a todas as análises que poderiam estar na origem daquela colheita.

Por outro lado é essencial que se tornem claras as responsabilidades decorrentes do atendimento ao doente, garantindo que se seguem todos os padrões de qualidade e segurança, de forma a não ser necessário proceder a uma segunda colheita e atrasar o resultado de uma análise clínica. O retrabalho destas amostras revela-se trabalhoso e dispendioso para o laboratório, não só economicamente mas também pela possibilidade de danificar a imagem do laboratório junto do doente.

Para garantir a diminuição da variabilidade foi implementado o *Kaizen* Diário num posto modelo, tal como pode ser visto na Figura 36. No Anexo N é possível ver em maior detalhe o quadro de *Kaizen* Diário e a sua estrutura.



Figura 36 – Quadro de seguimento de indicadores, implementação dos 5S's e Gestão Visual.

Este projeto modelou na implementação de *Kaizen* diário nos postos incluiu a normalização dos procedimentos de atendimento e colheita dos 5 laboratórios, permitindo homogeneizar as amostras a chegar ao laboratório. Num sector onde a confiança na instituição é essencial, estas alterações melhoram a imagem de postos. Durante esta implementação foi ainda formada uma equipa que se encarregará de desdobrar este modelo para os restantes postos.

Ainda na Figura 36 é mostrado um quadro de seguimento de indicadores que pode ser visto no Anexo F, onde estão incluídos os principais mapas que possibilitam perceber os problemas de cada um dos postos. Estes quadros onde estão colocadas as normas de trabalho, os indicadores de presença e os resultados das auditorias feitas aos postos, são os principais responsáveis pela manutenção da solução inicial. Foi ainda criada uma área de sugestões e definido um fluxo para reportar problemas e sugestões, adicionando-se uma área motivacional com fotos do antes e depois.

Com esta implementação os técnicos nos postos sentem-se responsáveis pelo sucesso da empresa e participam ativamente na melhoria contínua do seu local de trabalho. A eliminação de desperdício, a movimentação de materiais e máquinas para locais ótimos, permite também aumentar a qualidade do serviço prestado ao doente e diminuir os tempos de espera, representando ganhos para todos os *stakeholders*.

4.7. Síntese

Os projetos implementados até ao momento na zona da Parasitologia, Urinas Tipo 2 e Urinas 24, tiveram enorme sucesso no que respeita ao aumento da produtividade (sempre com ganhos superiores a 40%), mas também no que toca ao apoio dos técnicos que ficaram muito satisfeitos com as alterações efetuadas nos seus postos de trabalho. Esta situação particular, deve-se em grande parte ao desenvolvimento de um plano de obras estruturado e cuidado. Graças ao enquadramento teórico e aos 4 pontos para uma implementação de fluxo *lean* desenhados neste trabalho, foi possível prever alguns problemas que se iriam encontrar nas alterações efetuadas e definir um plano muito claro do que era pretendido para cada uma das zonas do laboratório.

5. Conclusões

Os sucessivos cortes nas tabelas de comparticipação das análises clínicas perpetrados pelo Ministério da Saúde, criaram a necessidade de racionalizar os custos operacionais dos laboratórios que se dedicam a esta atividade. Com 5 laboratórios distribuídos pelo norte do país suportados por mais de 160 postos, a Empresa X apresentava uma estrutura atomizada e descentralizada de difícil gestão, com muitas oportunidades de melhoria devido ao desperdício de recursos que apresentava anteriormente ao projeto desenvolvido. Assim, a centralização das operações num único laboratório seria o melhor plano de ação a desenvolver, de forma a garantir o retorno dos proveitos operacionais anteriores aos cortes efetuados pelo Estado Português.

Com o objetivo de centralização das operações, a Empresa X formou uma parceria com o Instituto *Kaizen*. Desta parceria nasceu o desafio de desenhar o *layout* do laboratório centralizado com toda a reestruturação de processos de trabalho daí decorrentes. Deste desafio e tendo sempre como base a centralização dos laboratórios e racionalização dos custos, nasce o objetivo crítico e alvo de maior detalhe ao longo deste trabalho:

- Desenho otimizado do *layout* do laboratório.

Este objetivo primário é suportado por objetivos secundários:

- Otimização das rotas entre o laboratório e os postos;
- Reestruturação do processo de gestão de *stocks* e aprovisionamento;
- Normalização dos processos de trabalho dos postos.

Devido à complexidade da cadeia de valor do setor das análises clínicas, o enquadramento teórico do problema reveste-se de elevada importância. Esta análise teórica permitiu encontrar alguns casos semelhantes de centralização de laboratórios, solidificando toda a abordagem prática realizada *à posteriori*, já que foi possível identificar alguns problemas expectáveis ao longo do projeto e anteceder a sua resolução ao longo do planeamento. Neste enquadramento teórico foi desenvolvida uma abordagem de 4 passos para a implementação de uma solução com base em princípios *lean*:

- Avaliar o estado atual das operações e perceber as oportunidades de melhoria;
- Desenhar a solução de acordo com as oportunidades encontradas e objetivos;
- Implementar a solução de acordo com o desenho prévio;
- Monitorizar e manter a solução desenhada e implementada.

Estes 4 passos revelaram-se muito úteis e práticos já que criaram uma linha de raciocínio clara, não só para os consultores, mas para todos os intervenientes no projeto, como a administração, técnicos laboratoriais ou construtores.

Com base nesta abordagem teórica e no trabalho desenvolvido durante este projeto, garantiram-se elevados ganhos de produtividade através do desenho do *layout* e

eliminação do desperdício com base na filosofia *Lean*. O trabalho desenvolvido foi responsável por ganhos de produtividade médios acima de 40% nos três departamentos do laboratório já intervencionados. Através da eliminação das infraestruturas de 4 laboratórios e redução da mão-de-obra, esperam-se ainda ganhos nos resultados operacionais da Empresa X em Portugal superiores a 6 dígitos.

No entanto, ao longo deste trabalho surgiram dificuldades que devem ser alvo de uma análise crítica. Quando se inicia um projeto *lean*, deve estar muito bem definido quem é o responsável pela sua implementação e qual a estrutura organizativa de apoio. A indefinição dos quadros da empresa promove o medo e o atraso na tomada de decisões essenciais para um arranque atempado do projeto.

Se numa fase inicial pode ser difícil reunir o apoio da gestão, numa fase posterior do projeto também se torna necessário garantir o apoio dos técnicos. A utilização de simuladores de fluxo não deve ser utilizada para mostrar movimentações futuras, já que os mostra a desempenhar um trabalho repetitivo, representando-os como autómatos. Em conjunto com a complexidade de desenhar todo um laboratório com recursos a estes sistemas computacionais de simulação de fluxo, a utilização do *Autocad* para desenho das infraestruturas e experimentação com os técnicos das várias opções de fluxo, tornou-se a melhor opção, garantido a partilha de responsabilidade e maior empenho dos técnicos no processo de melhoria contínua.

As melhorias a implementar em casos de readaptação de um *layout* são pautadas ou atomizadas devido às várias dificuldades que aparecem no decorrer do projeto: falta de espaço obriga a libertar uma área para só depois se movimentar determinado aparelho ou área. Daqui se conclui que a adaptação de um laboratório já existente às ferramentas *lean* é difícil devido às limitações de espaço em infraestruturas já existentes, e às dificuldades em não limitar as soluções desenhadas ao paradigma atual. Com alterações tão profundas nas infraestruturas existem também fatores que estão fora do controlo dos responsáveis pelo planeamento da mudança, como pilares ou canalizações ocultas e que só numa fase posterior são detetadas, sendo a experiência e motivação da equipa de mudança fatores determinantes para o sucesso do projeto.

Ainda durante a implementação, surgem conflitos com os técnicos devido às alterações que a mudança do *layout* provoca no seu ambiente de trabalho. Ao contrário do que Stegall & Stegall (2006) referem, hoje é mais difícil encontrar oportunidades de emprego na saúde, enquanto obter uma qualificação se tornou mais difícil. Com estes fatores os técnicos têm maior motivação na manutenção do seu posto de trabalho e mostram-se mais recetivos à mudança. Este fator determina que os próximos anos serão ideais para reestruturações organizacionais deste tipo.

Por fim, conclui-se que as metodologias aplicadas ao longo deste projeto promovem o aparecimento de ótimos resultados e são aplicáveis transversalmente a todos os setores empresariais. Devido ao sucesso deste trabalho e à recetividade de todos os *stakeholders* no processo de mudança, existe uma enorme motivação de todos os envolvidos para continuar a desenvolver este trabalho e a procurar a melhoria contínua.

6. Perspetivas de trabalho futuro

Os vários projetos desenvolvidos durante esta dissertação foram desenvolvidos tendo em conta as prioridades da empresa de forma a permitir a centralização das operações no menor tempo possível.

Com este objetivo em mente, a implementação das práticas *Kaizen* como monitorização, os 5 S's ou a Gestão Visual não foi tão aprofundada como seria possível no caso de o projeto ter uma perspetiva temporal mais longa. Sendo um projeto tão vasto as melhorias efetuadas nestas áreas apresentam apenas os primeiros passos possíveis. Com centenas de postos de trabalho, a normalização dos processos de trabalho e das próprias infraestruturas ainda não está terminada, existindo um grande esforço a desenvolver na aplicação de ferramentas *Kaizen*. Criação de normas para o processo de colheita, normalização dos espaços e regras de trabalho, aplicar os 5 S's e a Gestão Visual dentro do laboratório, são algumas das possibilidades de trabalho futuro a desenvolver.

A mudança cultural está também ainda a dar os seus primeiros passos, mas tendo em conta a mão-de-obra qualificada que o laboratório dispõe, assiste-se hoje a um nível razoável de autonomia das práticas 5 S's. No entanto, é necessário fornecer todas as condições necessárias para o fazer, como por exemplo, garantir o acompanhamento do seu trabalho através da monitorização de indicadores mais específicos ou quadros de sugestões e implementação de um sistema de remuneração por objetivos.

Ao nível dos *stocks*, o algoritmo desenhado representa apenas o primeiro passo na redução de *stocks* e inclusão dos fornecedores na cadeia de valor da empresa. A negociação dos *lead times* com os fornecedores pode futuramente garantir o aumento da produtividade da empresa e melhoria da sua posição competitiva, alterando também o seu paradigma de gestão de *stocks* e facilitando a gestão das várias referências distribuídas pelos postos de trabalho.

O sucesso do trabalho desenvolvido na sucursal portuguesa da Empresa X pode também abrir portas à aplicação de todos estes conceitos nas filiais de outros países, ou, até mesmo noutros laboratórios que não se limitam ao setor das análises clínicas. Salienta-se que as técnicas utilizadas são transversais a todas as indústrias podendo ser aplicadas em contextos muito diferentes dos apresentados.

Referências Bibliográficas

- Åhlström, P., 1998. Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, 16(3), pp. 327-334.
- Aquilano, N., Chase, R. & Jacobs, F., 2008. *Operations and supply management*. 12 ed. s.l.:McGraw-Hill.
- Benkafaar, S., S.Heragu, S. & Irani, S. A., 2002. Progress, Next Generation Factory Layouts: Research Challenges and Recent Progress. *Interfaces*, 32(6), pp. 58-76.
- Bhat, S., 2008. A strategy for implementing the idea of cellular manufacturing in small-scale industries. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, September, Vol. 19(No. 6), pp. 547-55.
- Burch, M. K., 2008. *Lean longevity: Kaizen events and determinants of sustainable improvement*, s.l.: Ph.D..
- Coimbra, E., 2009. *Total Flow Magament: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. 1st edition (1 April 2009) ed. s.l.:Kaizen Institute.
- Duarte, C., 2011. *Análises e exames médicos diminuiram nos últimos anos*. [Online] Available at: <http://www.rcmpharma.com/actualidade/politica-de-saude/28-06-11/analises-e-exames-medicos-diminuiram-nos-ultimos-anos>
- Garikes, R. W., 2004. Lean lab design. 36(7), pp. 30-32,34.
- Garikes, R. W. & Maxwell, S., 2001. Flexible and functional: a case study in efficient laboratory design. *MLO: Medical Laboratory Observer*, 33(11).
- Graban, M. & Padgett, S., 2008. *Lean Laboratories: Competing with Methods From Toyota*, s.l.: BioMedicine.
- Hallworth, M. J., 2011. *The '70% claim': what is the evidence base?*, s.l.: Ann Clin Biochem.
- Herrmann, C., Thiede, S., Stehr, J. & Bergmann, L., 2008. An environmental perspective on Lean Production. Volume Part 3, pp. 83-88.
- Imai, M., 1997. *Gemba Kaizen: a commonsense low-cost approach to Management*. s.l.:McGraw-Hill.
- Joseph, T. P., 2006. *Design a lean laboratory layout*, s.l.: MLO medical laboratory observer.
- Joseph, T. P., 2006. *Design of lean work cells: a lean lab layout (part II)*, s.l.: MLO medical laboratory observer.
- Kaizen Institute, 2011. *Manual TFM*, s.l.: s.n.

- Liker, J., December 17, 2003. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. 1 edition ed. s.l.: McGraw-Hill.
- LUSA, 2008. *Análises Clínicas: Mercado em risco de ainda maior concentração com novos cortes nas convenções*. [Online]
Available at: <http://expresso.sapo.pt/analises-clinicas-mercado-em-risco-de-ainda-maior-concentracao-com-novos-cortes-nas-convencoes=f397549>
[Accessed 18 03 2012].
- Mecalux, 2012. *Catálogo Estantes dinâmicas*, s.l.: Mecalux.
- Novis, D. A., 2008. Reducing Errors in the Clinical Laboratory: A Lean Production System Approach. *LabMedicine*, Issue 39, pp. 521-529.
- Segelod, E. et al., 2011. *A value constellation perspective on strategic renewal*. Eskilstuna-Västerås, Sweden: Mälardalen University.
- Stegall, T. & Stegall, M. S., 2006. *The Laboratory Staffing Crunch*, s.l.: MLO Med Lab Obs.
- Truchaud, A. et al., 1997. New Tools for laboratory design and management. September, 43(9), pp. 1709-1715.
- Veterinária Atual, 2008. *Análises Clínicas: Estado arrecada 1,8 milhões com cortes de participação*. [Online]
Available at: <http://www.veterinaria-atual.pt/news.aspx?menuid=67&eid=6325>
[Accessed 11 03 2012].
- Villa, D., 2010. Automation, Lean, Six Sigma: Synergies for Improving Laboratory Efficiency. *Journal of Medical Biochemistry* (2010), 29(4), pp. 339-348.
- WHO-World Health Organization, 2012. *HFA - DataBase*. Washington: WHO.
- Womack, J. & Jones, D., 2003. *Lean Thinking: banish waste and create wealth to your corporation*. 2^a ed. s.l.: Free Press; 2nd edition (June 3, 2003).

Anexo A - Layout Inicial do Laboratório



Anexo B - Planeamento das tarefas

Plano		
Obras no laboratório		Estado
a)	Parasitologia	ok
	Pedir Orçamento Remoção da Arca Frigorifica	ok
	Pedir Orçamento remoção da casa de banho	ok
	Remover Casa de Banho e Passar Arca Frigorifica para a zona da Casa de Banho	ok
	Pedir Orçamento para refazer o teto Falso	ok
	Pedir Orçamento para colocar chão	ok
	Colocar chão e refazer teto falso	
	Confirmar viabilidade da remoção do pio da Microbiologia/Dr.ª Alexandra	ok
	Passar pio da Microbiologia para Parasitologia	
	Ligar Maquina Coloração ao pio antigo se for removido o Pio da Microbiologia	
	Movimentar 2 Frigoríficos se possível para a zona das urinas (1 é essencial, arranjar espaço para o armário na bioquímica especial)	ok
	Passar exaustão	
	Remover Ar condicionado Parasitologia	
	Averiguar Possibilidade de passar Ar Condicionado de Monção (-3000€)	
	Instalar Ar Condicionado na zona da Parasitologia	
	Passar a Parasitologia e Sangue Oculito	
	Remover paredes Parasitologia dependente b)	
	Urinas Tipo 2	
	Averiguar possibilidade da entrada das amostras no computador das urinas 24	ok
	Remover Paredes Urinas Tipo II (corredor)	
	Passar Banca Urinas Tipo II para zona futura nas urinas 24h	
	Pedir orçamento para mudar Câmara -80 para outro local	ok
	Mudar Câmara -80 se aprovado o orçamento (dependente de c)	
	Microbiologia	
	Dependendo da passagem (a) do pio para a Parasitologia, passar máquina coloração para atual parasitologia	
	Aprovação do esquema de movimentação das malas	
	Remover móvel das urinas 24 horas	
	Eliminar banca de lavagem junto ao canto da parasitologia	
	Corrigir canto da parasitologia	
	Mudar Banca removida para zona das lavagens de forma a permitir a zona de preparação e leitura de malas	
	Verificar possibilidade da marca ficar com as máquinas Alffred/UroQuattro/UroQuick	
	Remover alffred/ UroQuattro/UroQuick	
	Remover móveis e fazer 5S's	
	Verificar existência de mesas do mesmo tamanho para sementeira noutros laboratórios	
	Criar 2 postos sementeira	
	Trazer centrífuga posição final	
b)	Retirar Parede divisória parasitologia e micro	
	Remover posição da impressora e centrífuga partilhada	
	Rodar Estufas para a zona final	
	Nos móveis com as estufas definir posições para <i>stocks</i> para eliminar posições junto à parede	
	Shift da centrífuga e do posto de sementeira para passar o frigorífico para a posição final	
	Avaliar possibilidade de trazer 3 frigoríficos doutros laboratórios	centralização
	Avaliar possibilidade de trazer 2 estufas doutros laboratórios	centralização
	Shift da estufa para a posição final	

	Remover Pio junto ao pilar	
	Criar/arranjar mesas para Bactecs	
	Trazer Bactecs	centralização
	Criar mesa de trabalho com micro e + 2 postos sementeira	
	Remover parede que separa as Microbiologias	
	Definir posições dos viteks	
	Criar zonas de triagem e entrada de viteks	
	Orçamento criar divisória zona de validação	
	Eliminar aparelhos inutilizados na validação	
	Avaliar possibilidade de trazer computadores de outros laboratórios	centralização
	Criar zona de validação	
	Urinas 24h	
	Pedir orçamento para 1 máquina de lavagem	
	Pedir orçamento para 1 estufa de secagem	
	Criar bancada para máquinas de lavagem e estufa	
	Colocar máquina de lavagem e estufa	
	Remover estufa atual	
	Construir carro de movimentação modelo	
	Se aprovado Comprar caixotes e construir 4/5 carros	
	Criar Espaço Gabinete IMU e Primeiras Máquinas Hematologia	
	Passar Reagentes para a arca congeladora -30 (Libertar congeladores)	
	Passar congelador junto à entrada para zona próxima das Malas	
	Passar 2 congeladores para zona (X) Bioquímica e zona (Y) Ncore	
	Validar remoção ou desmantelamento do Tecan (remoção exige grua) e Eci (lagartas)	
	Orçamentar remoção dos aparelhos	
	Passar 3600 para o lugar do Tecan	
c)	Passar sorter para local dos congeladores	
	Movimentar 3 Eciq Posição Final	
	Eliminar estantes do lado de fora dos escritórios (passar gabinete CT)	
	Preparar gabinete CT para passagem dos 4 postos de trabalho da Quimica	
	Passar escritório dos técnicos da Química para atual gabinete CT	
	Desmontar escritório 4 técnicos	
	Rodar Imullite para zona Final	
	Passar Elecsys para a posição Final	
	Remover Congelador avariado a entrada	
	Remover Remedi HS da Bioquimica Especial	
p	Passar Genesis RP 150 para lugar do Remedi HS	
	Remover Máquina IPO	
	Remover GQ50	
	Passar Blot e Chiron(Ribas) para a Bioquimica Especial	
	Verificar se existe uma mesa mais pequena para computadores Imunocap (1,50 m de largura	
	Passar Frigorifico e Estufa para entrada da RIA	
	Rodar imunocaps para a zona final	
	Passar Vidas para a zona Final	
	Garantir Hematologia	
	Eliminar Movei de Gavetas junto à Quimica	
	Passar Siemens RapidLab Bioquimica Especial	
	Mover Unicell DXI 800 para a posição final	
	Eliminar HPLC	

Verificar situação de possível venda com alemão da Iberlab (falar com Drº carmo) 5000 €
Passar Coulter Epics XL para posição intermédia mas em linha com a final
Shift do Ortho VUE para a Esquerda
Passar Triturus e Chorus para lugar do Ortho Vue
Eliminar bancas de trabalho junto a estes aparelhos ou passar para junto do Triturus e Chorus
Eliminar banca de trabalho junto ao Pio da hematologia
Passar IPRO para costas da célula em U (provisorio já que n cabe na RIA)
Eliminar estantes do lado de fora dos escritórios (passar gabinete CT)
Passar STAR EVO posição final (averiguar melhor forma de colocar computadores)
Passar Frigorifico e estufa de coagulos zona final
Pedir orçamento paredes de hematologia
Construir paredes de hematologia
Remover as 4 Vesmatic 30
Trazer 2 vesmatic 80
Passar Coulters, Cellavision??, Vesmatic e Advias

Gabinete Dr Paula

Passar Capillarys para a zona final
Passar Variant para a zona final
Passar MiliQ para zona prévia à final (em frente porque ainda falta a parede de insonorizacao do ab sciex) (?)
Levar Heli Fan para a Bioquímica especial (zona final)
Eliminar Gabinete Drº Paula

Criar Gabinetes RIA e IMU

Pedir orçamento para montagem (garantir paredes especiais)
Pedido da licença
Eliminar Pio Hematologia
Movimentar secretária junto ao pilar de hematologia
Criar Gabinetes de RIA e IMU
Passar gabinetes antigos para os atuais
Passar IPro gabinete de IMU
Remover gabinetes de IMU e RIA

Gabinetes da Química

Pedir Orçamento para eliminar Gabinetes junto a Química
Montar Gabinete na Química (lugar do gabinete de RIA removido)
Passar técnicos do Gab. DR. Carlos Torres para o gabinete novo

Criar PCR

Passar Dr. Margarida e Clotilde para laboratório Dr Carlos Torres (provisoriamente)
Orçamento para remover paredes e criar outras
Construir paredes das Transfusões
Construir PCR
Passar PCR para local novo
Orçamento para remover paredes e eliminar parede de tijolo (PCR/CT)
Remover paredes PCR (expansão final da Microbiologia)

Anexo C - Template da Auditoria 5 S's

		AUDITORIA 5S										Posto: _____ Data: _____ Auditor: _____							
SS Nº	TEMA	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO				CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL										
			0	1	2	3				4									
1	Equipamentos	Devem usar-se com regularidade.																	
2	Stocks	Não devem existir stocks de produtos desnecessários.																	
3	Controlo visual	Existe um controlo visual para itens desnecessários.																	
4	Postos de Trabalho	Devem estar limpos e organizados sem materiais desnecessários.																	
5	Eliminação de lixo	Existem locais adequados para a segregação de materiais																	
6	Layout	Deve estar bem definido e marcado																	
7	Materials / Stocks	Devem ter um local bem definido e estar correctamente etiquetados																	
8	Equipamentos	Devem ter um local bem definido e estar correctamente acondicionado.																	
9	Ergonomia Posto de Trabalho	Existão organizados e armados de forma a permitir uma correcta ergonomia																	
10	Segurança	A arrumação existente não põe em risco a segurança																	
11	Chão, paredes, janelas, portas	Devem estar limpos e em bom estado de conservação.																	
12	Equipamentos	Devem estar limpos e em bom estado de conservação.																	
13	Mobiliário	Devem estar limpos e em bom estado de conservação.																	
14	Iluminação e restante instalações eléctricas	Existe uma correcta iluminação da área e instalações em bom estado de conservação e acondicionamento																	
15	Materials e stock	Devem estar livres de sujidade (pó, lixo, etc) e em bom estado de conservação																	
16	Chão, corredores, máquinas e equipamentos	Devem estar bem identificados																	
17	Normas de limpeza e/ou inspecção	Existem normas e são conhecidas																	
18	Materials e stock	Existe uma norma de arrumação e limites min/max de quantidades																	
19	Vestuário de trabalho	Devem usar-se os meios adequados ao trabalho desenvolvido (luvas e vestuário). Este material deve estar em boas condições de uso.																	
20	Gestão Visual / OPLs	Existem evidências claras de GV (símbolos, cores, fotos, normas visuais)																	
21	Conhecimento 5S	Os colaboradores sabem o que são os 5S																	
22	Conhecimento Standards Existentes	Os colaboradores conhecem os standards ou sabem consultá-los quando necessário																	
23	Manutenção Arrumação	Os materiais utilizados (equipamentos,stocks) estão devidamente arrumados																	
24	Auditoria 5S	É efectuada a auditoria 5S de forma regular e estão visíveis os resultados e sua evolução.																	
25	Melhoria Contínua	Existe evidência dum plano de acções actualizado com responsáveis e datas e fotos Antes / Depois																	
PONTOS A MELHORAR:																			

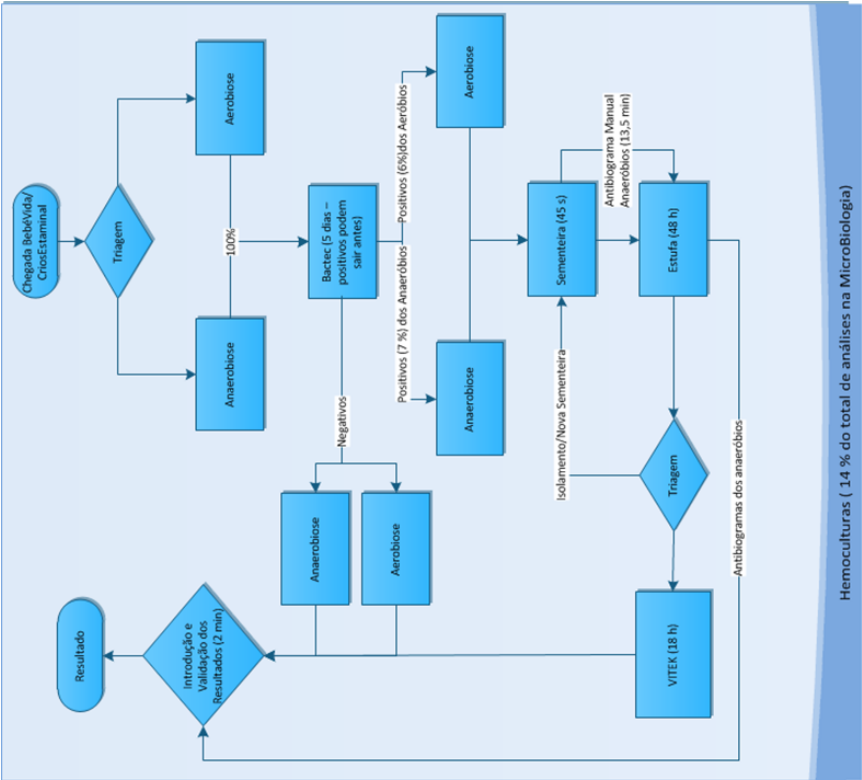
OBJECTIVO POR FASE: 20											
0 a 50 = Péssimo											
51- 70=Mau											
71-80=Regular											
81-90=Bom											
91-100=Excelente											

EVOLUÇÃO MENSAL											
MÊS	NOTA										
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

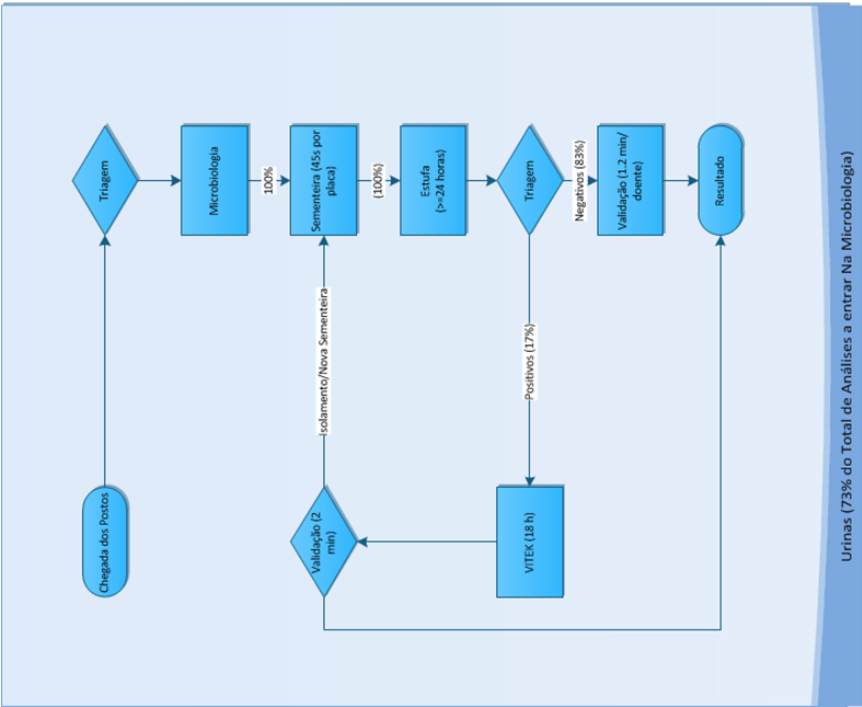
EVALUATION													
100													
90													
80													
70													
60													
50													
40													
30													
20													
10													
0													
NOTA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

MÊS											

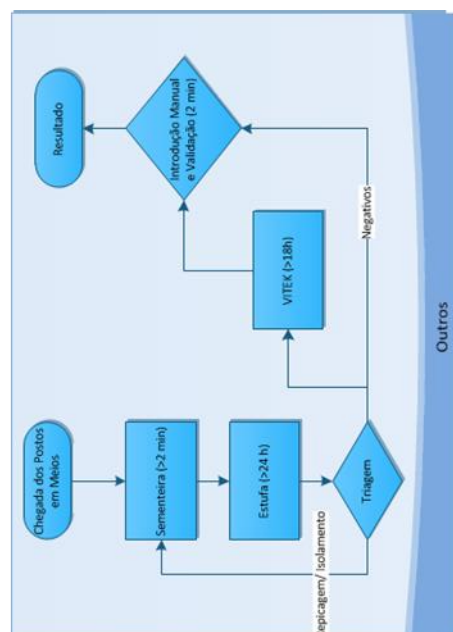
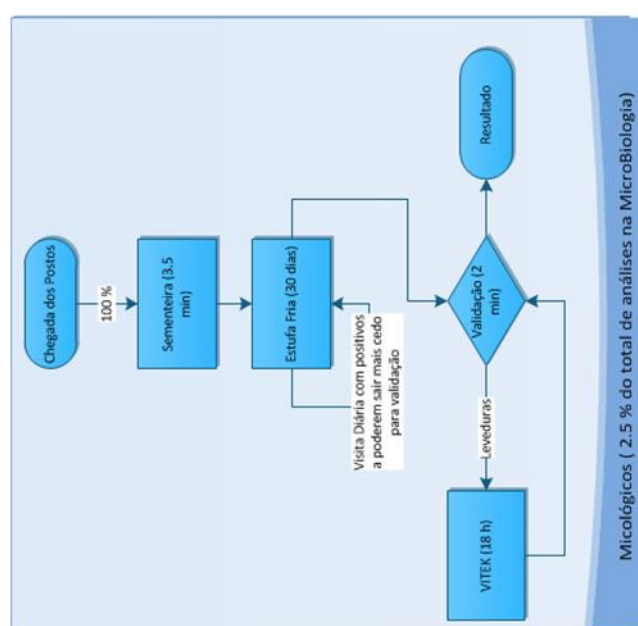
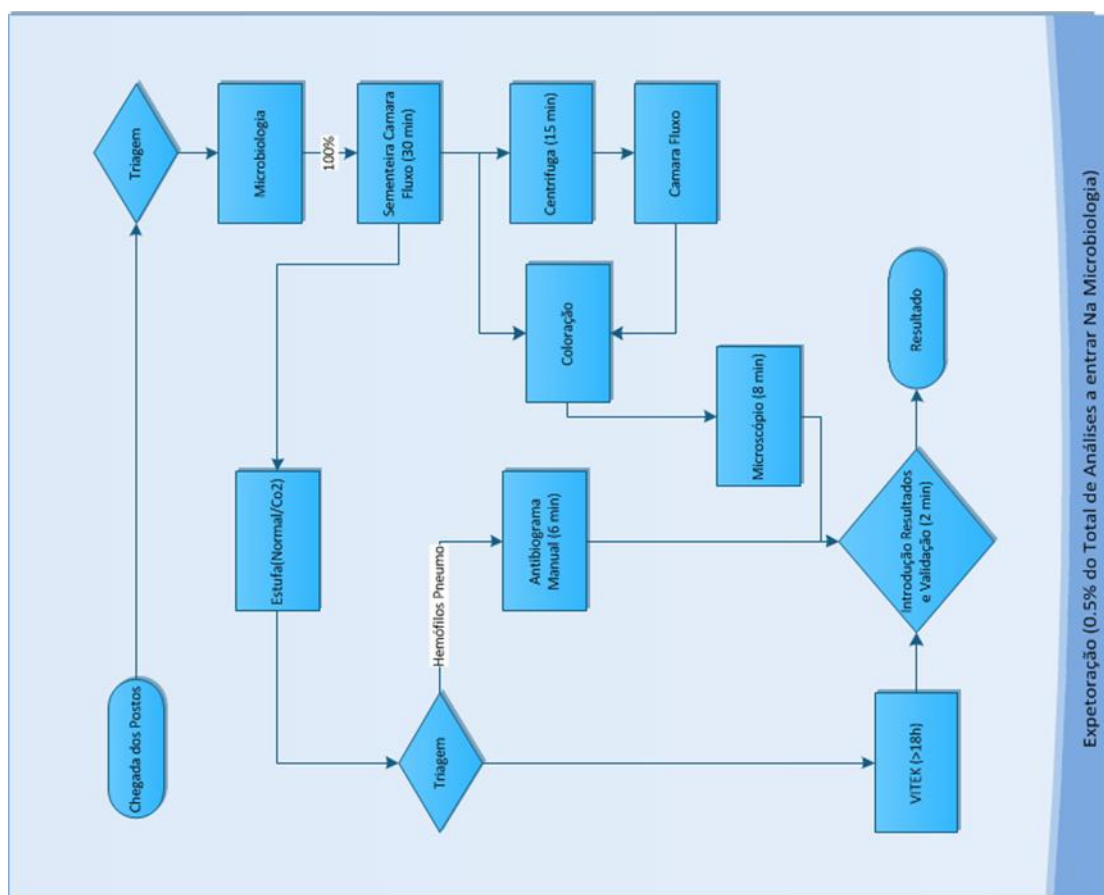
Anexo D - Mapeamento dos processos na Microbiologia



Hemoculturas (14 % do total de análises na Microbiologia)



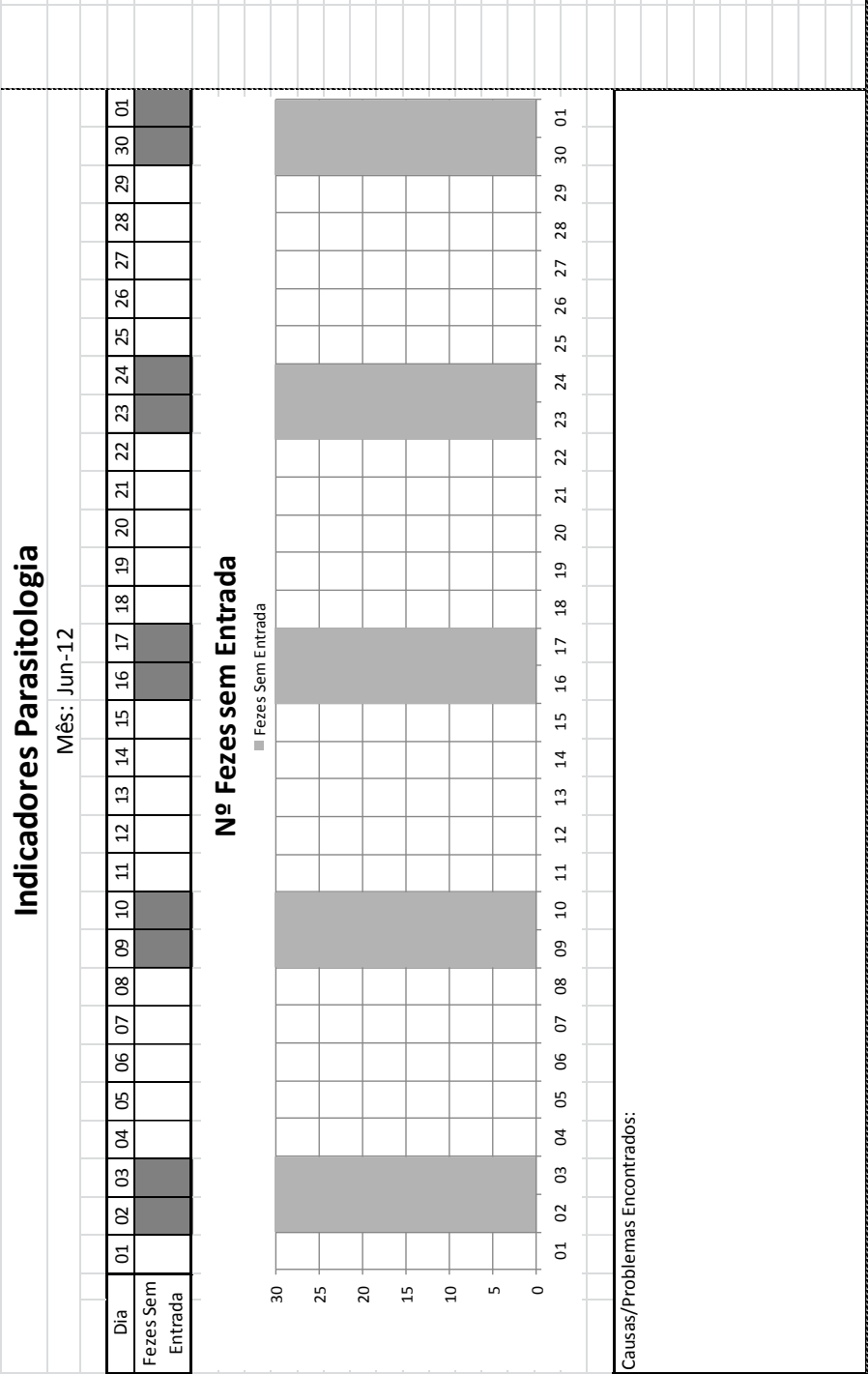
Urinas (73% do Total de Análises a entrar Na Microbiologia)

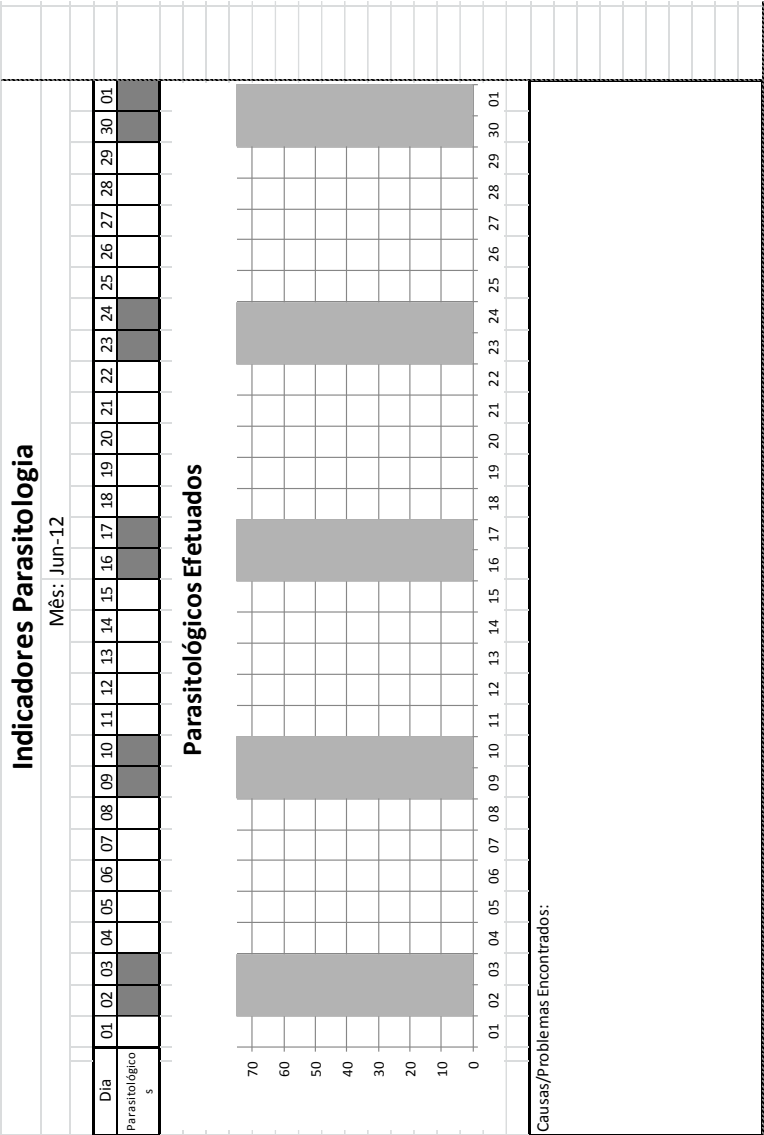


Anexo E – Medição de tempos na Microbiologia

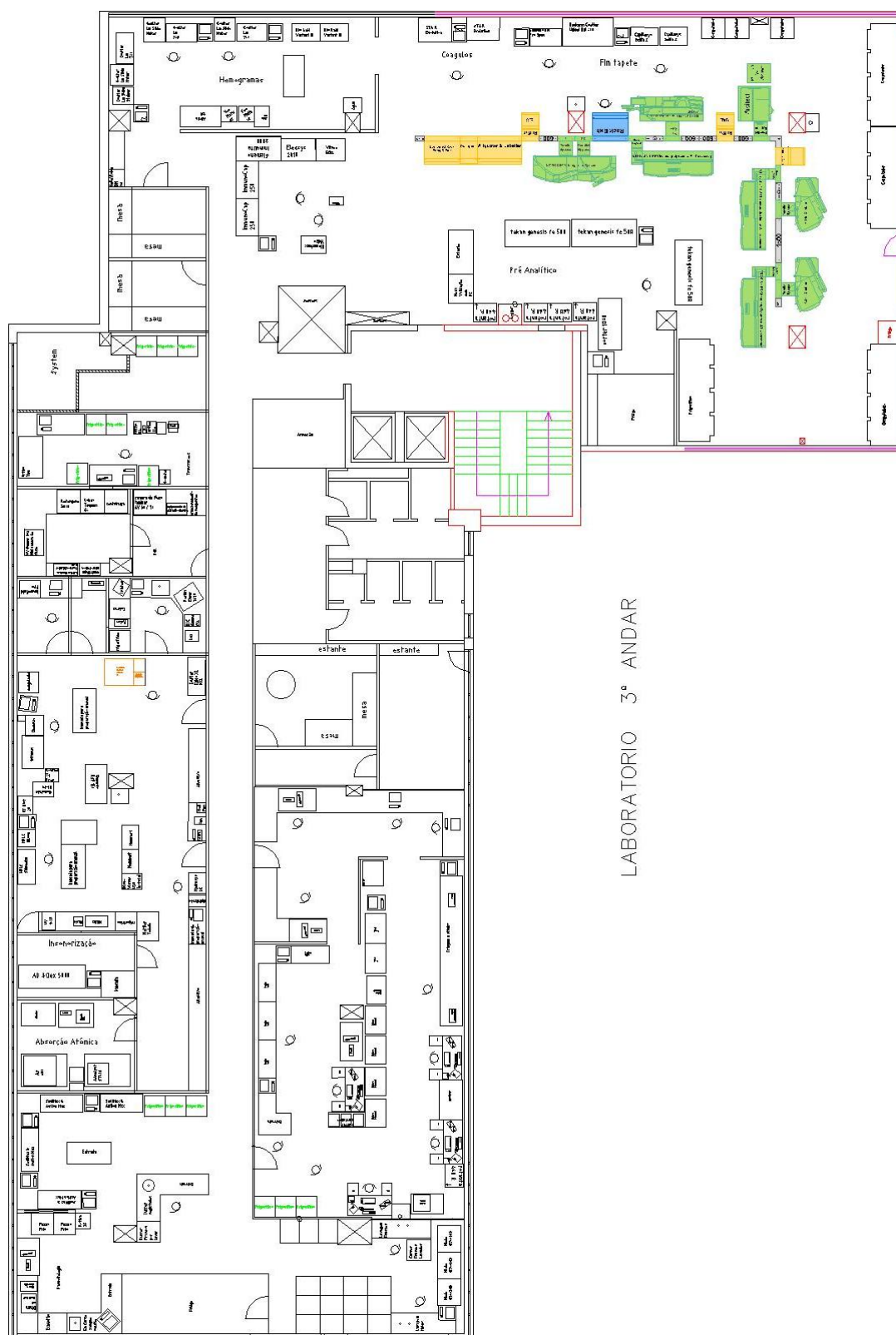
Atividade	Tempos (s)
Tirar frasco	2
Abanar Frasco	1
Validar	1
Tirar etiqueta	3
Colar Etiquetas	2
Tirar Tampa	1
Tirar Ansa	3
Pegar MC	1
Desenho	11
Fechar MC	1
Pegar MC	1
Desenho	11
Fechar MC	1
Guardar Suporte	2
Fechar Frasco	2
Guardar Frasco	2
Remover Lixo	10
Guardar na Estufa	15

Anexo F – Mapas de indicadores padrão





Anexo G – Layout Final



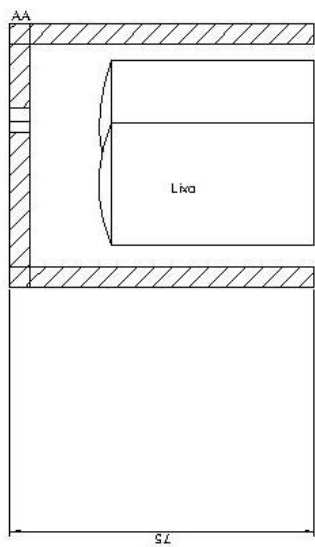
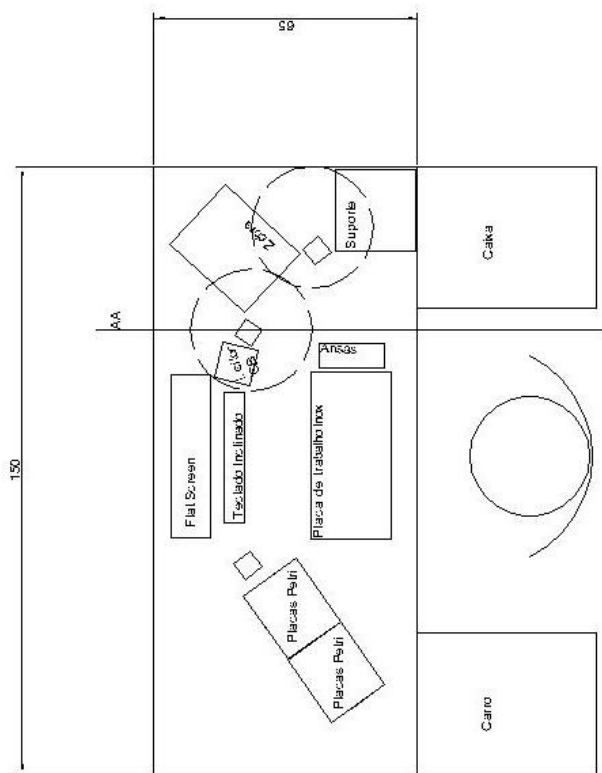
Anexo H - Postos

Laboratório	Nome	Nº Doentes/dia	Nº Análises/dia
Lab4	Posto 1	4	46
Lab4	Posto 2	6	57
Lab4	Posto 3	8	94
Lab4	Posto 4	26	266
Lab4	Posto 5	9	101
Lab4	Posto 6	2	17
Lab4	Posto 7	5	47
Lab4	Posto 8	7	95
Lab4	Posto 9	4	53
Lab4	Posto 10	4	52
Lab2	Posto 11	3	29
Lab2	Posto 12	5	50
Lab2	Posto 13	10	97
Lab2	Posto 14	12	106
Lab2	Posto 15	0	0
Lab2	Posto 16	1	12
Lab2	Posto 17	2	19
Lab2	Posto 18	13	103
Lab2	Posto 19	0	3
Lab2	Posto 20	14	122
Lab2	Posto 21	15	123
Lab2	Posto 22	22	135
Lab2	Posto 23	0	3
Lab2	Posto 24	4	41
Lab2	Posto 25	1	12
Lab2	Posto 26	4	36
Lab2	Posto 27	0	3
Lab2	Posto 28	4	36
Lab2	Posto 29	15	125
Lab2	Posto 30	4	38
Lab2	Posto 31	9	83
Lab2	Posto 32	5	50
Lab2	Posto 33	2	16
Lab2	Posto 34	2	21
Lab2	Posto 35	3	18
Lab2	Posto 36	18	132
Lab2	Posto 37	36	330
Lab2	Posto 38	11	83
Lab2	Posto 39	12	91
Lab2	Posto 40	6	46
Lab2	Posto 41	3	28
Lab2	Posto 42	1	15
Lab2	Posto 43	6	37
Lab2	Posto 44	12	133
Lab2	Posto 45	4	40
Lab2	Posto 46	19	119
Lab2	Posto 47	9	115
Lab2	Posto 48	33	328
Lab3	Posto 49	1	12
Lab3	Posto 50	4	30
Lab3	Posto 51	1	5
Lab3	Posto 52	13	99

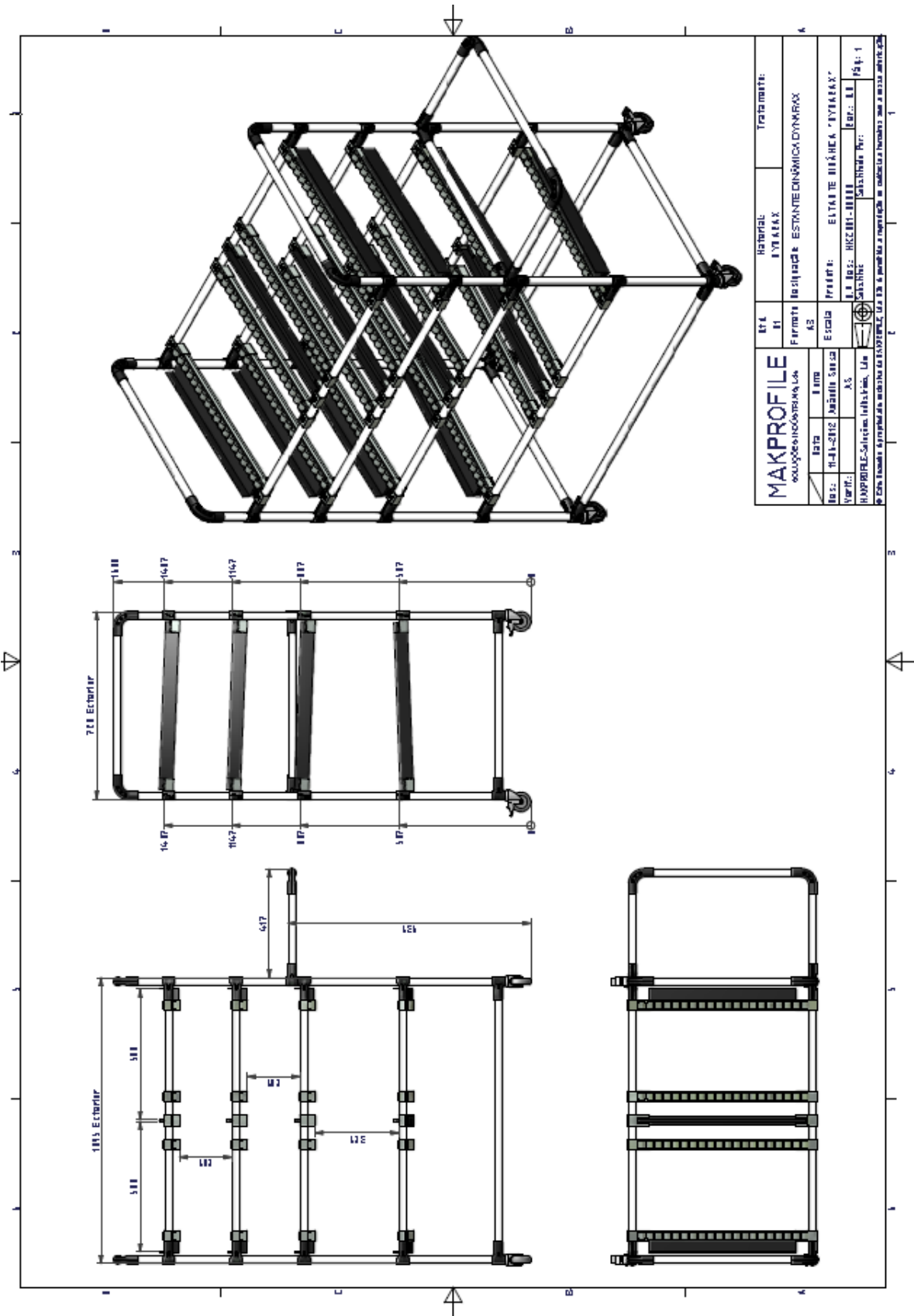
Laboratório	Nome	Nº Doentes/dia	Nº Análises/dia
Lab3	Posto 53	8	62
Lab3	Posto 54	25	264
Lab3	Posto 55	6	61
Lab3	Posto 56	7	52
Lab3	Posto 57	2	10
Lab3	Posto 58	16	140
Lab3	Posto 59	14	122
Lab3	Posto 60	5	48
Lab3	Posto 61	9	88
Lab3	Posto 62	20	175
Lab3	Posto 63	13	82
Lab3	Posto 64	12	82
Lab3	Posto 65	0	7
Lab3	Posto 66	3	25
Lab3	Posto 67	3	12
Lab3	Posto 68	5	33
Lab3	Posto 69	3	25
Lab3	Posto 70	57	420
Lab3	Posto 71	1	8
Lab3	Posto 72	3	31
Lab3	Posto 73	40	285
Lab3	Posto 74	3	26
Lab3	Posto 75	1	6
Lab3	Posto 76	5	38
Lab3	Posto 77	48	361
Lab3	Posto 78	27	227
Lab3	Posto 79	35	245
Lab3	Posto 80	6	50
Lab3	Posto 81	3	20
Lab3	Posto 82	6	51
Lab3	Posto 83	25	181
Lab3	Posto 84	4	31
Lab3	Posto 85	2	13
Lab3	Posto 86	3	25
Lab1	Posto 87	19	166
Lab1	Posto 88	18	183
Lab1	Posto 89	95	869
Lab1	Posto 90	27	278
Lab1	Posto 91	7	61
Lab1	Posto 92	24	260
Lab1	Posto 93	44	473
Lab1	Posto 94	5	49
Lab1	Posto 95	69	695
Lab1	Posto 96	183	1902
Lab1	Posto 97	8	73
Lab1	Posto 98	7	71
Lab1	Posto 99	31	313
Lab1	Posto 100	31	291
Lab1	Posto 101	60	538
Lab1	Posto 102	2	14
Lab1	Posto 103	6	56
Lab1	Posto 104	4	31
Lab1	Posto 105	17	147
Lab1	Posto 106	6	53

Laboratório	Nome	Nº Doentes/dia	Nº Análises/dia
Lab1	Posto 107	0	2
Lab5	Posto 108	1	5
Lab5	Posto 109	6	48
Lab5	Posto 110	10	85
Lab5	Posto 111	5	38
Lab5	Posto 112	3	24
Lab5	Posto 113	2	17
Lab5	Posto 114	5	41
Lab5	Posto 115	29	241
Lab5	Posto 116	12	99
Lab5	Posto 117	2	16
Lab5	Posto 118	5	41
Lab5	Posto 119	3	25
Lab5	Posto 120	0	4
Lab5	Posto 121	2	20
Lab5	Posto 122	0	3
Lab5	Posto 123	5	39
Lab5	Posto 124	5	41
Lab5	Posto 125	13	106
Lab5	Posto 126	2	13
Lab5	Posto 127	2	16
Lab5	Posto 128	15	124
Lab5	Posto 129	0	3
Lab5	Posto 130	0	1
Lab5	Posto 131	2	14
Lab5	Posto 132	1	10
Lab5	Posto 133	15	128
Lab5	Posto 134	1	10
Lab5	Posto 135	16	129
Lab5	Posto 136	6	51
Lab5	Posto 137	23	189
Lab5	Posto 138	128	1063
Lab5	Posto 139	1	8
Lab5	Posto 140	1	7
Lab5	Posto 141	2	17
Lab5	Posto 142	1	4
Lab5	Posto 143	3	25
Lab5	Posto 144	1	8
Lab5	Posto 145	2	15
Lab5	Posto 146	14	113
Lab5	Posto 147	8	66
Lab5	Posto 148	3	28
Lab5	Posto 149	1	10
Lab5	Posto 150	3	23
Lab5	Posto 151	4	31
Lab5	Posto 152	35	290
Lab5	Posto 153	1	7
Lab5	Posto 154	14	119

Anexo I – Desenho técnico do posto de sementeira



Anexo J – Desenho da Estante dinâmica das Urinas



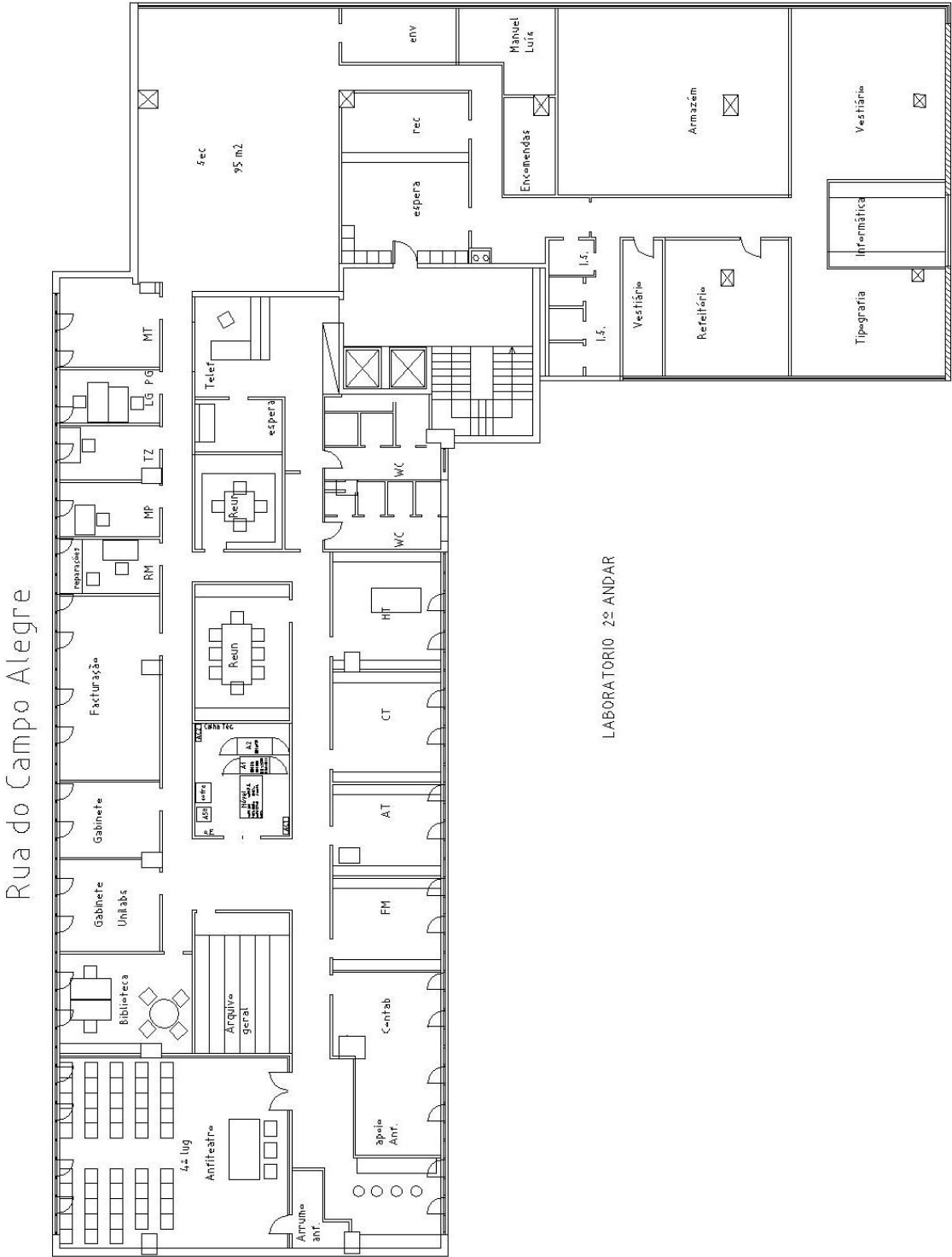
Anexo K – Mapas de Trabalho Sementeira Urinas

	Técnico	Técnico	Técnico	Técnico	Entrada Ánálises	Análises	Pré Análise
Horário	1	2	3	4		350	
10:00 - 10:30							
10:30 - 11:00		28			30%	105,00	105
11:00 - 11:30	28	28					77
11:30 - 12:00	28	28					21
12:00 - 12:30	28	28			30%	105,00	70
12:30 - 13:00							14
13:00 - 13:30							14
13:30 - 14:00	28	28					14
14:00 - 14:30	28	28			40%	140,00	98
14:30 - 15:00	28	28					42
15:00 - 15:30		28					
15:30 - 16:00							
16:00 - 16:30							
16:30 - 17:00							
17:00 - 17:30							
17:30 - 18:00							

Tabuleiros	6	8	0
Tempo Trab.	180	240	0
Horas	3	4	0

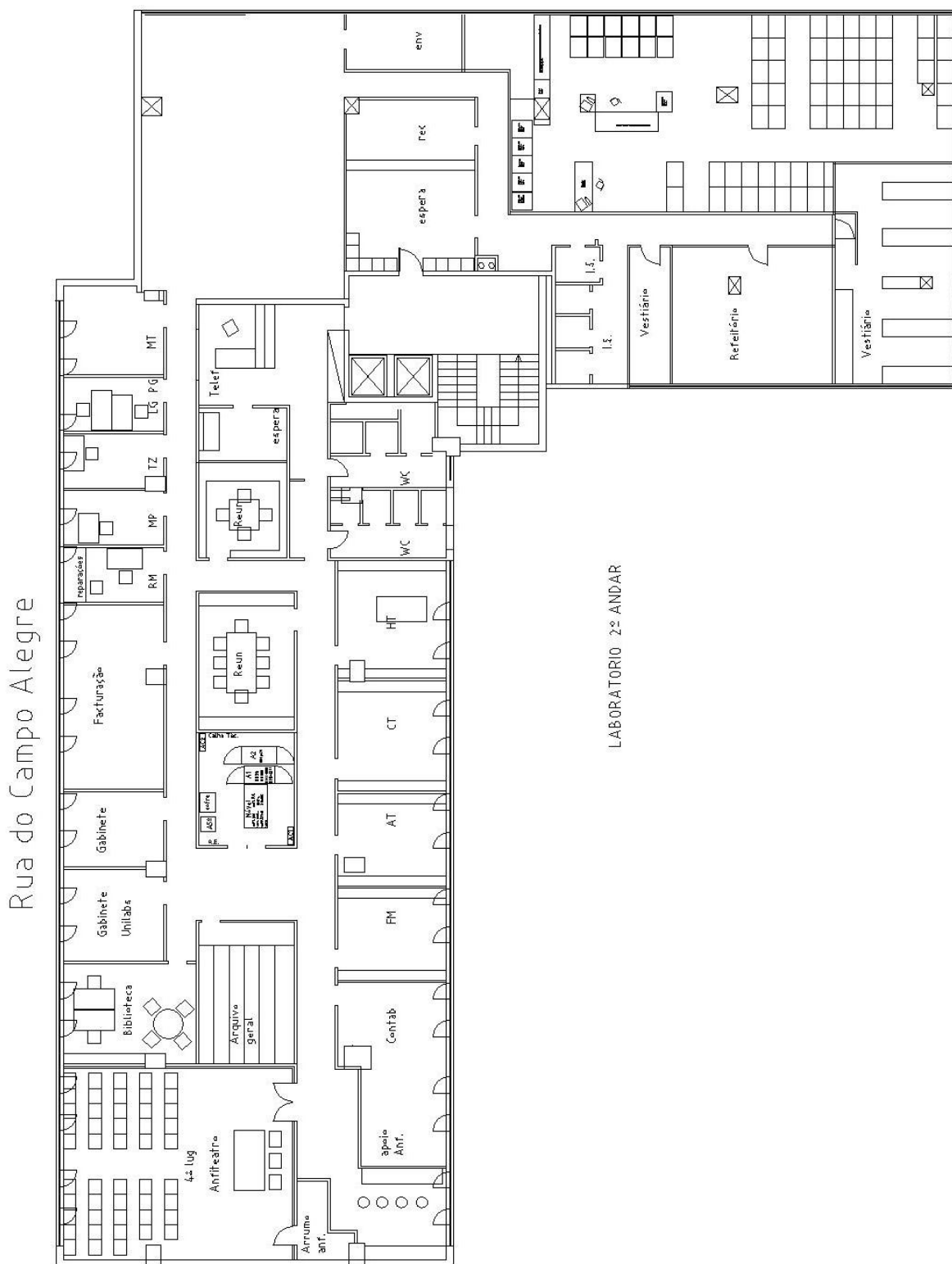
Máximo (h) 4

Anexo L – Layout Inicial 2º Piso



LABORATORIO 2º ANDAR

Anexo M – *Layout* Final 2º Piso



Anexo N - Quadro Kaizen Diário dos Postos

Responsável Quadro

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Nome

Telefone

Mail

Resultado Auditoria

%

Resultado Anterior

%

Curva de Confiança

Mapa de Presenças

Nº Doentes e Tempo Espera

PDCA Visual

Pessoa

P
(a Planear)

D
(Em
implementação)

C
(Em verificação)

A
(Implementada)

Nº Incidências

Sugestões

Cartões Limpos

Sugestões Feitas

Sugestões Verificadas

Sugestão Melhoría

Data

Quem?

O quê?

Sugestão Melhoría

Data

Quem?

O quê?

Sugestão Melhoría

Data

Quem?

O quê?

Normas

Normas

Auditoria 5S's

Auditoria 5s

Auditoria

Auditoria