

***Lean Flow Design* - Desenho, planeamento e implementação
de uma solução de melhoria para o processo de
centralização e aumento de produtividade de um
laboratório clínico**

João Vicente Marques Pinheiro Torres

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. A. Miguel Gomes



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2018-07-02

Lean Flow Design – Desenho, planeamento e implementação de uma solução de melhoria para o processo de centralização e aumento de produtividade de um laboratório clínico

Aos meus avôs, António e Raúl

Resumo

A pressão competitiva nos mercados atuais leva as empresas a apostar cada vez mais no aumento da eficiência. Esta pressão deve-se essencialmente ao aumento da exigência dos clientes, globalização dos mercados e ao aumento do investimento em melhorias operacionais por parte dos competidores. No mercado de análises clínicas e para a Empresa X em específico, o aumento da pressão para redução de custos deve-se à política de redução do valor de comparticipação adotada pelo Estado Português, que é responsável por mais de 80% da faturação no mercado das análises clínicas. Para além disto, é importante ter em conta que a Empresa X pertence ao Grupo europeu X que promove a excelência operacional e aumento do valor da empresa por *cost leadership*, refletido no EBITDA. Assim, de forma a responder a estes objetivos, e após a aquisição da Empresa Y, de dimensões semelhantes à X, surgiu a opção de centralização dos principais laboratórios de ambas com o objetivo de usufruir de economias de escala e sinergias.

Com a centralização dos dois grandes laboratórios em mira, surgiu a possibilidade de um projeto em conjunto com o *Kaizen Institute* de forma a garantir que o desenrolar deste processo fosse feito por especialistas. Sendo esta centralização realizada para um espaço totalmente novo sem qualquer tipo de paradigmas e que a fusão é realizada entre duas empresas com laboratórios com métodos produtivos totalmente diferentes, pretende-se também que seja feito uma avaliação e comparação (*benchmark*) entre os principais processos de cada um dos laboratórios de forma a obter o maior ganho de produtividade possível e, ainda, aproveitar todas as oportunidades de melhoria observadas.

A revisão bibliográfica da presente dissertação baseou-se principalmente no *Kaizen Business Model*, mais especificamente em ferramentas de *Total Flow Management* (TFM) que permitiram um desenho *lean* do laboratório centralizado.

Após os períodos de desenho e implementação calcularam-se aumentos de produtividade na ordem dos 60%, o que representa ganhos na ordem dos 700 000€. Até ao momento, não foi possível implementar algumas das melhorias e desenhos de layout propostos devido a atrasos comuns nas obras. No entanto, todas as propostas apresentadas nesta dissertação já foram aprovadas pela direção e serão implementadas.

Lean Flow Design - Design, planning and implementation of an improvement solution for the centralization process and productivity increase of a clinical analysis laboratory

Abstract

The competitive pressure in current markets leads companies to increasingly focus on improving their operational efficiency. This pressure is mainly due to increased customer demand, market's globalization and increased investment in operational improvements by competitors. In clinical analysis' market and for Company X in particular, the increase in pressure to reduce costs is mainly due to the policy adopted by the Portuguese government that aims to reduce the amount of reimbursement, which accounts for more than 80% of the turnover in the clinical analysis' market. In addition, it is important to bear in mind that Company X belongs to the European Group X which promotes operational excellence and company's value increase for cost leadership, reflected in the EBITDA. Thus, in order to respond to these objectives and after the acquisition of Company Y, with dimensions similar to X, the option of centralizing the main laboratories of both companies was taken in order to achieve economies of scale and synergies.

With the centralization of the two large laboratories in sight, the possibility of a joint project with Kaizen Institute arose to ensure that this process was carried out by specialists. Since the centralization will be carried out for a totally new space without any type of paradigm and that the merger will be carried out between two laboratories with totally different productive methods, it is also intended that an evaluation and comparison be made between the main processes of each of the laboratories in order to obtain the greatest possible productivity gain and also to take advantage of all the improvement opportunities observed.

The literature review of this dissertation was based mainly on the Kaizen Business Model, more specifically on Total Flow Management (TFM) tools that allowed a lean design of the centralized laboratory.

After the design and implementation periods, productivity increases were estimated at around 60%, which represents gain in the order of 700 000€. So far, it has not been possible to implement some of the improvements and layout designs proposed due to common delays in the works. However, all the proposals presented in this dissertation have already been approved by the management and will be implemented.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, ao Diogo Garcez, Carlos Guilherme e João Castro, pela disponibilidade e por todo o conhecimento transmitido.

Ao Professor Miguel Gomes, pelo apoio e orientação, não só durante a dissertação, como também durante o meu percurso académico.

A todos os colaboradores das Empresas X e Y, que apoiaram o desenvolvimento do projeto e ajudaram na implementação das soluções propostas.

Por último, mas não menos importante, à minha família, aos meus pais Luisa e Luís, e ao meu irmão Luís pelo acompanhamento, apoio incondicional e me terem disponibilizado todas as ferramentas necessárias para atingir os meus objetivos.

Muito obrigado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	O instituto Kaizen	1
1.2	A Empresa.....	2
1.2.1	O Grupo X	2
1.2.2	A Empresa X	2
1.3	Objetivos do projeto.....	3
1.4	Método seguido no projeto	4
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	Metodologia Kaizen.....	5
2.2	TFM – Total Flow Management.....	5
2.2.1	Fluxo na produção	6
3	Estado Inicial	11
3.1	O mercado	11
3.2	Laboratory Information System: Backbone de informação	13
3.3	Setores do laboratório	15
3.3.1	Pré analítica	15
3.3.2	Bioquímica	18
3.3.3	Hematologia	18
3.3.4	Microbiologia	20
3.3.5	Parasitologia	21
3.3.6	Urinas 24 e Triagem de urinas.....	22
3.4	Síntese	23
4	Desenho e Implementação	24
4.1	Laboratory Information System	25
4.2	Pré Analítica.....	26
4.3	Bioquímica	30
4.4	Hematologia	33
4.5	Microbiologia.....	35
4.6	Parasitologia, Urinas 24 e Triagem de urinas	39
4.6.1	Protótipo frasco triplo.....	42
4.7	Triagem de urinas, segundos tubos e seroteca	42
4.7.1	Triagem de urinas	42
4.7.2	Segundos tubos	43
4.7.3	Seroteca	44
4.8	Síntese	46
5	Conclusão.....	47
5.1	Compreensão dos resultados	48
5.2	Trabalhos futuros	49
	Referências	51
Apêndice A	Exemplo da recolha de tempos	52
Apêndice B	Fluxograma e diagrama esparguete da Hematologia	53
Apêndice C	Fluxograma e diagrama esparguete da Microbiologia.....	54
Apêndice D	Fluxograma e diagrama esparguete da Bioquímica	55
Apêndice E	Fluxograma e diagrama esparguete da Parasitologia.....	56
Apêndice F	Fluxograma e diagrama esparguete das Urinas 24	57
Apêndice G	Layout atual do Laboratório X.....	58
Apêndice H	Layout futuro	59
Apêndice I	Medição de tempos na Bioquímica.....	60
Apêndice J	Cálculo de horas de trabalho e horários para a Bioquímica.....	61

Apêndice K	Medição de tempos na Hematologia.....	62
Apêndice L	Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na Hematologia	63
Apêndice M	Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na zona de sementeira na Microbiologia	64
Apêndice N	Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na zona de identificação e antibiograma na Microbiologia	65
Apêndice O	Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na zona de validação na Microbiologia	66
Apêndice P	Cálculo de horas de trabalho necessárias na Parasitologia, Triagem de urinas e Urinas 24	67

Siglas

EBITDA – *Earning before interest, taxes, depreciation and amortization*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FIFO – *Firs in first out*

FTE – *Full Time Equivalent*

HIV - *Human Immunodeficiency Virus*

KI – *Kaizen Institute*

LIS – *Laboratory Information System*

OPEX – *Operational expenditure*

PDCA – *Plan Do Check Act*

PSO – *Pesquisa de Sangue Oculto*

QCD – *Quality Cost Delivery*

SDCA – *Stardardize Do Check Act*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TAT – *Turn Around Time*

TFM – *Total flow management*

TPM – *Total productive maintenance*

TQM – *Total quality management*

VSM – *Value Stream Mapping*

Índice de Figuras

Figura 1 - Presença do Instituto Kaizen no mundo	2
Figura 2 - Estratégia da Empresa X.....	3
Figura 3-Modelo TFM (Kaizen Institute, 2017).....	6
Figura 4- Layout fluxo por lotes (Kaizen Institute, 2017).....	7
Figura 5-Efeito <i>Bullwhip</i> (Kaizen Institute, 2017).....	8
Figura 6-Layout em célula (Kaizen Institute, 2017).....	8
Figura 7-Bordo de linha (Institute, Kaizen, 2017).....	9
Figura 8-Exemplo de bordo de linha (Institute, Kaizen, 2017).....	9
Figura 9-Análise SWOT do mercado de análises clínicas – (retirado de Garcez, 2012)	12
Figura 10 – Mapeamento Visual do fluxo de um laboratório de análises clínicas.....	13
Figura 11 - Circulo suportado pelo LIS.....	14
Figura 12 - <i>Framework</i> do LIS dos Laboratórios X e Y	14
Figura 13 - Diagrama esparguete da Pré Analítica (Estado inicial)	16
Figura 14 - Fluxograma da Pré Analítica	17
Figura 15 - Fluxo da cadeia de hematologia.....	19
Figura 16 -Fluxo do Exame bacteriológico de urina nos laboratórios X (amarelo) e Y (azul)	21
Figura 17 - Entrada de tubos de Soro, EDTA e coagulação no laboratório por hora.....	24
Figura 18 - <i>Framework</i> proposto para LIS futuro	25
Figura 19 - Layout futuro da Pré Analítica.....	27
Figura 20 - Layout futuro da bioquímica.....	32
Figura 21 - Layout futuro da hematologia.....	35
Figura 22 - Gráfico dos custos do Exame Bacteriológico de Urina	37
Figura 23 - Layout futuro da Microbiologia.....	38
Figura 24 - Célula Microbiologia	39
Figura 25 - Layout futuro da Parasitologia, urinas 24 e triagem de urinas	41
Figura 26 - Frasco e tubo de urina do Laboratório X	43

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Setores do laboratório.....	15
Tabela 2 - Prós e contras da pré analítica	26
Tabela 3 - Ganhos de produtividade da Pré Analítica	28
Tabela 4 - Medição de tempos na situação atual e futura na Pré Analítica	29
Tabela 5 - Medição de tempos de criação e validação de listas na situação atual e futura na Pré Analítica	29
Tabela 6 - Cálculo de horas de trabalho necessárias a partir da chegada à Pré Analítica	30
Tabela 7 - Margens de segurança na Pré Analítica	30
Tabela 8 - Prós e contras relativos à compra da cadeia	31
Tabela 9 - Ganhos de produtividade Bioquímica	33
Tabela 10 - Prós e Contras relativos à compra de uma nova cadeia	34
Tabela 11 - Ganhos de produtividade hematologia	35
Tabela 12 - Consumíveis do exame bacteriológico de urina das Empresa X e Y	36
Tabela 13 - Cálculo do custo dos processos do exame bacteriológico de urina.....	37
Tabela 14 - Ganho de produtividade da Microbiologia.....	39
Tabela 15 - Ganho de produtividade parasitologia, urinas 24 e triagem de urinas	41
Tabela 16 - Ganho de produtividade na Parasitologia após tubo triplo	42
Tabela 17 - Ganho de produtividade a partir da triagem nos postos	43
Tabela 18 - Prós e contras da existência de segundo tubo.....	44
Tabela 19 - Análise do custo do segundo tubo	44
Tabela 20 - Cálculo do número de congeladores necessários após segmentação de análises..	45
Tabela 21 - Cálculo do número de congeladores necessários após revisão e segmentação da lista de análises	46

1 Introdução

No âmbito da dissertação em ambiente empresarial realizada no 2º semestre do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, foi proposto um projeto numa empresa de consultoria, o *Kaizen Institute*. O projeto em questão tem como objetivo a aplicação de metodologias *Kaizen/Lean* na centralização de dois laboratórios de dimensões consideráveis, desenho do respetivo layout e implementação de soluções de melhoria.

A recente aquisição de uma empresa (Empresa Y) por parte da Empresa X, de forma a acompanhar a tendência natural de centralização de mercado, motivou a necessidade de centralização e aumento de produtividade a partir do usufruto de sinergias, economias de escala e projetos de melhoria desenvolvidos. Esta centralização e aumento de produtividade tem como objetivo o aumento de competitividade num mercado onde os cortes governamentais têm diminuído as margens de lucro. Tem também como objetivo o aumento do EBITDA de forma a valorizar a empresa em questão.

Nos pontos seguintes será apresentado o *Kaizen Institute*, a Empresa e Grupo X e, ainda, os objetivos e metodologia seguida durante o projeto.

1.1 O instituto Kaizen

Masaaki Imai, nascido em 1930, iniciou a sua carreira no Centro de Produtividade do Japão no ano 1955. Nesta altura, o Japão passava por uma grande crise económica pós 2ª Guerra Mundial. Assim, o trabalho de Masaaki foi, durante 5 anos, acompanhar grupos de executivos industriais japoneses em visitas a indústrias Norte Americanas com o objetivo de recolher boas práticas para que fossem aplicadas na indústria Japonesa (Graupp & Wrona, 2015). Durante estes anos, teve a oportunidade de trabalhar com Shoichiro Toyoda e Taiichi Ohno, antigos Presidente e Diretor Geral da *Toyota Motor Corporation*, respetivamente, e desenvolver em conjunto o processo produtivo da *Toyota*, conhecido por sistema de produção *lean* (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Em 1985, após toda a experiência e resultados obtidos na Toyota, o Sr. Imai decidiu criar uma consultora, *Kaizen Institute*, de gestão *Lean* (método desenvolvido na *Toyota Motor Corporation*). O *Kaizen Institute* (KI) foi a primeira consultora do mundo a implementar a prática Kaizen. A palavra Kaizen resulta da junção de duas palavras japonesas, Kai (Mudar) e Zen (Melhor) e subentende o seu objetivo de ajudar outras empresas a implementar políticas de desenvolvimento de melhoria contínua. A contribuição de Masaaki Imai integra várias práticas de gestão Kaizen, como *Just-In-Time* (JIT), *Total quality management* (TQM), *Total productive maintenance* (TPM) e *Total Flow Management* (TFM) nas culturas das empresas clientes (Imai, 2012).

Hoje em dia, o *Kaizen Institute Consulting Group* fornece serviços em mais de 35 países, Figura 1. Já conta com escritórios em mais de 30 países e a sua sede é na Suíça.



Figura 2 - Estratégia da Empresa X³

Na Figura 2, está representada a estratégia da Empresa X no mercado de técnicas de diagnóstico. Por outras palavras, a empresa tem como objetivo tornar-se líder nos diversos mercados do mundo em que se encontra inserida, obter crescimentos superiores ao crescimento do respetivo mercado e proporcionar a melhor prestação de serviço possível a todos os clientes. Com isto, a empresa pretende beneficiar de economias de escala e, desta forma, potenciar a sua produtividade o que consequentemente lhe permitirá aumentar o volume diário de produção e, ainda, aumentar a sua capacidade negocial com fornecedores, aumentando assim o seu retorno.

1.3 Objetivos do projeto

Com uma visão holística dos laboratórios das empresas X e Y (responsável por aproximadamente 50% do volume total de faturação do Grupo nacional), o presente trabalho, teve como objetivo o desenho de um *framework* de integração físico e também organizacional.

O Grupo X tem como objetivo máximo a centralização dos laboratórios X e Y de acordo com a estratégia anteriormente apresentada na procura de maiores benefícios operacionais, mas também, com uma forte preocupação no que toca à qualidade e entrega de valor ao cliente com uma perspetivada manutenção do *Turn Around Time* (TAT) e melhoria dos serviços associados.

Assim, o objetivo final passaria pela entrega de:

- Um layout melhorado para o laboratório futuro;
- Determinação do número de pessoas técnicos de laboratório necessários para operar o laboratório;
- Levantamento de oportunidades de melhoria e implementação das mesmas.

³ Adaptado de documentação institucional da Empresa X.

Este projeto torna-se interessante devido à complexidade e necessidade de compreensão de uma área de estudo totalmente diferente e à dimensão dos Laboratórios e Empresas em estudo.

1.4 Método seguido no projeto

Para a realização da presente dissertação optou-se por seguir uma metodologia, composta pelas seguintes etapas:

1. Descrição e caracterização das empresas intervenientes: A Empresa X na qual será desenvolvido o projeto e o *Kaizen Institute* que será o prestador do serviço de melhoria;
2. Revisão bibliográfica: Esta revisão é realizada, de forma a aprender e dar a conhecer as metodologias *lean* utilizadas para a realização da presente dissertação;
3. Estudo do estado inicial e reconhecimento de oportunidades de melhoria: Deve ser feito um levantamento da situação inicial dos laboratórios em estudo e, com base na revisão bibliográfica, um levantamento das oportunidades de melhoria e possíveis soluções;
4. Desenho e implementação das soluções de melhoria: Nesta etapa, desenham-se e implementam-se as soluções de melhoria, de forma a atingir os objetivos pretendidos;
5. Conclusão e avaliação das soluções implementadas: Por fim, analisam-se e discutem-se os resultados obtidos.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação, de forma a apresentar todos os conteúdos de forma organizada e completa, está estruturada da seguinte forma:

- Capítulo 1 (atual) – Introdução – Onde é feita a apresentação do projeto e das empresas intervenientes, passando ainda pela estratégia da empresa que se reveste de importância para garantir que as decisões e métodos aplicados se adequem devidamente à sua visão;
- Capítulo 2 – Enquadramento Teórico – Explicação da metodologia Kaizen e explicação detalhada do modelo TFM;
- Capítulo 3 – Estado Inicial – Apresentação do mercado de análises clínicas e situação inicial das empresas X e Y, com especial incidência nos fluxos principais dos laboratórios e mais representativos da atividade;
- Capítulo 4 – Desenho e Implementação – Propostas de soluções de melhoria desenhadas e implementadas e, também, apresentação dos resultados obtidos;
- Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros – É feita a conclusão do projeto desenvolvido sugeridas possíveis projetos para o futuro

2 Enquadramento Teórico

2.1 Metodologia Kaizen

Os termos *Kaizen* e *Lean* estão normalmente associados um ao outro e muitas vezes confundidos. *Lean* trata-se do objetivo, ou seja, pretende-se obter um modelo sem desperdícios (sem *Muda*⁴). *Kaizen* representa os métodos utilizados para concretizar ou aproximar o máximo possível do objetivo.

A metodologia *Kaizen Lean* rege-se por seis conceitos base que devem ser analisados e adotados nas organizações (Imai, 2012). O primeiro conceito refere-se à relação entre *Kaizen* e a gestão, no qual (Imai, 2012) afirma que no contexto *Kaizen* a gestão tem como duas funções primárias a manutenção e a melhoria. O segundo, processo versus resultado, refere-se ao facto de apesar de o pensamento mais ocidentalizado focar-se tendencialmente no resultado, a filosofia *Kaizen* tem uma orientação evidente para o processo, ou seja, uma falha nos resultados aponta para uma falha no processo. Em terceiro, vêm os ciclos *Standardize-Do-Check-Act* (SDCA) que assegura a manutenção das regras estabelecidas e *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) que tem como objetivo garantir a melhoria dos processos de forma contínua. Segue-se, em quarto lugar, “Qualidade Primeiro” onde (Imai, 2012) afirma que de todos os elementos do *Quality, Cost e Delivery* (QCD) a qualidade deve ser o mais importante e tratada em primeiro lugar. Em quinto vem “Falar com os dados” que indica que o processo de resolução de um problema é composto por três fases: identificação, recolha de dados e análise dos mesmos. Assim, qualquer solução que não tenha por base a aglomeração de informação consistente e uma base sólida enquadrar-se-á num contexto empírico que não incorpora o pretendido. Por último vem “A próxima operação é o cliente” que remete para um axioma que define dois tipos de clientes: os internos (organização) e os externos (exteriores à organização). Desta forma, passa a existir um esforço para não passar informação/peças defeituosas para o processo subsequente, contribuindo para um aumento da qualidade para o cliente final.

2.2 TFM - Total Flow Management

Tal como o nome indica, TFM representa a gestão global de todo o fluxo da cadeia, ou seja, todo o fluxo de materiais, informação e logística (interna e externa).

Para a implementação deste modelo será necessária uma condição inicial de estabilidade básica. De forma a garantir isto, recorre-se aos 5M’s:

- Mão de obra – Mão-de-obra qualificada, pontualidade e assiduidade;
- Matéria prima – Fácil acesso ao material e poucas roturas de stock;
- Método – Normalização de processos, manutenção e gestão;

⁴ Palavra Japonesa que representa desperdício, utilizada para caraterizar processos que não acrescentam valor ao produto.

Lean Flow Design – Desenho, planeamento e implementação de uma solução de melhoria para o processo de centralização e aumento de produtividade de um laboratório clínico

- Máquinas – Poucas avarias e paragens não planeadas;
- Meio – Pouca variabilidade no meio de trabalho.

Após garantida a condição inicial, o modelo irá basear-se em 3 pilares principais como mostra na Figura 3.

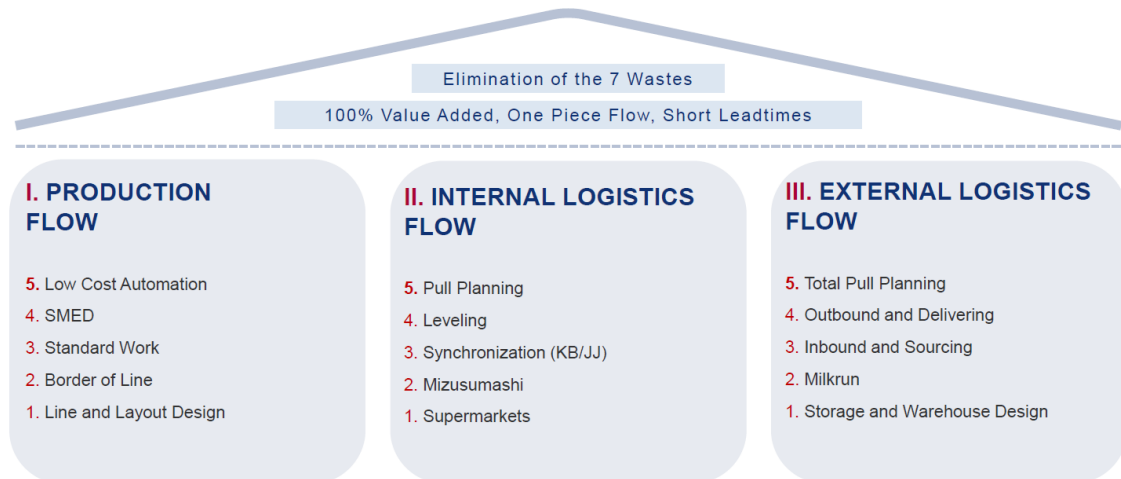


Figura 3-Modelo TFM (Kaizen Institute, 2017)

2.2.1 Fluxo na produção

Tem como principais objetivos o *One Piece Flow*, ou seja, uma peça de cada vez desde a matéria prima até ao produto final, a eliminação dos *Muda* relativos aos movimentos dos operadores e, para isto, será necessária a normalização dos processos executados pelos mesmos, *Mass Customization*, o que dá flexibilidade para obter produção eficiente em lotes reduzidos e, por fim, é essencial a simplificação antes da automação, isto é, na eventualidade de se automatizar um processo que ainda tem desperdícios vamos estar a automatizar desperdícios, pelo que há que ter muito cuidado com os processos que devem ser automatizados.

Layout e Design

Neste projeto, foi no do layout onde se encontraram mais oportunidades de melhoria. Inicialmente, encontrou-se muitas situações de layouts funcionais pouco eficientes.

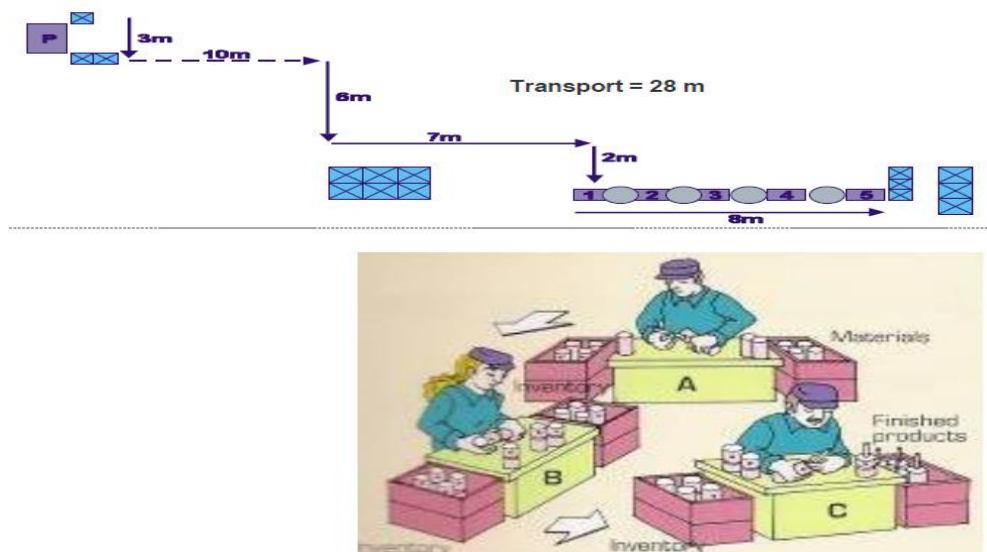


Figura 4- Layout fluxo por lotes (Kaizen Institute, 2017)

Na Figura 4, podem ser observados dois exemplos de linhas de produção com um layout que segue um fluxo por lote onde as operações de análise de produtos estão separadas fisicamente o que provoca a criação de lotes, cortando o fluxo devido à movimentação separada dos lotes, causando (Baht, 2008):

- Stocks elevados – Tanto de produtos a serem trabalhados como de matérias primas;
- Necessidade de espaço – Para que se possa armazenar os stocks de matérias primas e produtos a serem trabalhados é necessário mais espaço;
- Aumento no *Lead Time* – Visto que o produto é processado em lotes, o tempo de espera desde o momento em que um produto começa a ser processado até ser entregue ao cliente aumenta visto que será apenas entregue quando o último produto do lote for finalizado;
- Aumento da movimentação – Distância entre postos aumenta a distância percorrida e a probabilidade de extravio de produtos ou materiais;
- Dificuldade na gestão – Devido à grande quantidade de stock, a complexidade de gestão deste aumenta.

Mais à frente, na Figura 6 é possível observar uma exemplo de produção em célula onde o fluxo passa a ser unitário.

Efeito *Bullwhip*

Para além dos problemas enunciados anteriormente, o excesso de stock e de produção poderá causar distorções ao longo da cadeia aquando de variações na procura, isto é, uma variação na procura de um produto pode, segundo (Joseph, 2006), causar um aumento desproporcionado na quantidade de *stock* de matérias primas, por exemplo. A Figura 5 exemplifica como a variabilidade na procura influencia os restantes membros da cadeia de valor e como a percentagem de variação aumenta ao longo da cadeia. Os valores da variabilidade são meramente exemplificativos

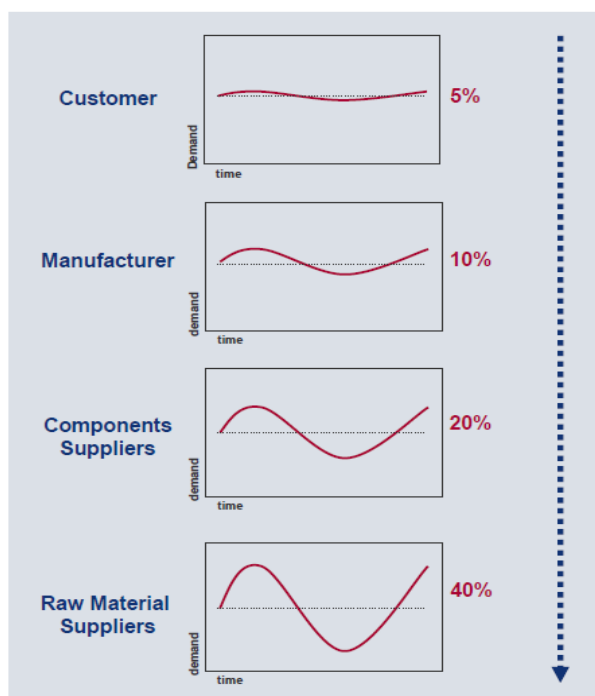


Figura 5-Efeito *Bullwhip* (Kaizen Institute, 2017)

O layout em célula, por outro lado, permite (Joseph, 2006):

- Reduzir stocks – a partir da integração dos processos deixa de ser necessária a produção em lotes, reduzindo, assim, o nível de stock;
- Reduzir o *Lead Time* – uma vez que deixa de ser necessária a produção em lote, passa-se a produzir segundo o método de *one-piece-flow*, reduzindo assim o *lead time*;
- Reduzir o *Lead Time* da qualidade – uma vez que existe um fluxo unitário, é possível detetar defeitos na produção mais rapidamente e consequentemente atuar mais rapidamente;
- Reduzir o efeito chicote – devido ao fluxo unitário existe menos tendência para encomendar em lote e sobre dimensionar o stock;
- Reduzir o espaço necessário – libertação de espaço devido à produção unitária;
- Redução na dificuldade de gestão – uma vez que os níveis de stock diminuem, a dificuldade de gestão dos mesmos diminui também.

Na Figura 6 pode observar-se um exemplo de um layout em célula.

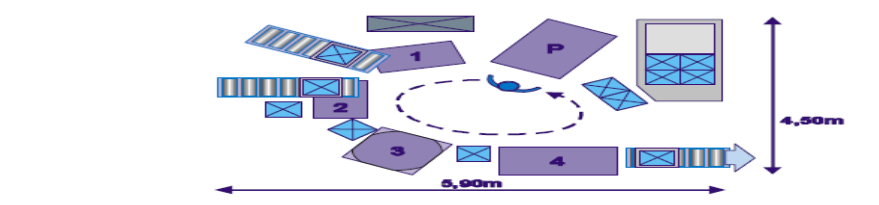


Figura 6-Layout em célula (Kaizen Institute, 2017)

Bordo de linha

O Bordo de linha foi também um ponto muito importante para este trabalho. Consiste na zona onde estão colocados materiais que os trabalhadores necessitam para realizar o seu trabalho. Ora, num laboratório, o bordo de linha consistirá no material que o trabalhador necessita para analisar as amostras que chegam.

Segundo (Kaizen Institute, 2017), o abastecimento através do bordo de linha deverá ser frontal e segundo o método *First in first out* (FIFO). Isto quer dizer que o trabalhador terá todo o material necessário para cumprir o seu trabalho à sua frente o que irá evitar movimentações e deslocações desnecessárias para a execução do seu trabalho. Para além disto, a reposição de stock no bordo de linha não irá interferir com o trabalho do operador visto que pode ser feita pelo lado oposto da estante.

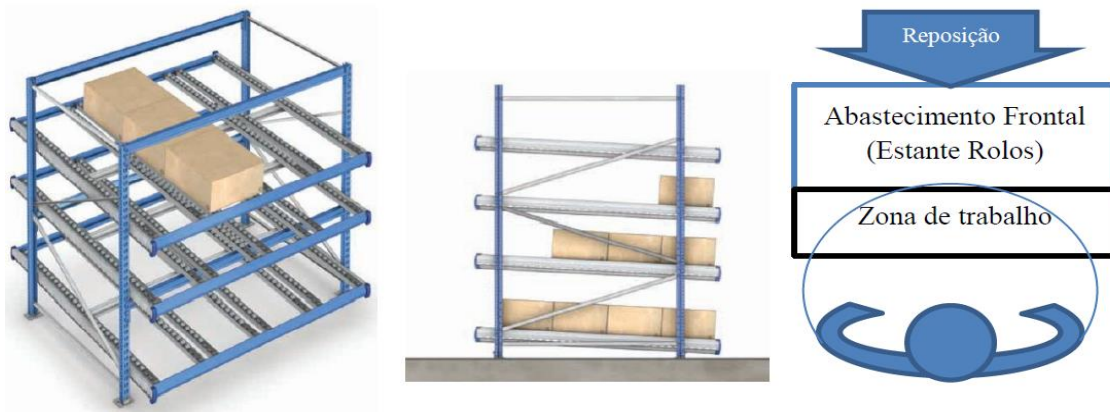


Figura 7-Bordo de linha (Institute, Kaizen, 2017)

Na Figura 7 pode observar-se uma possível solução para o bordo de linha de um posto de trabalho. As estantes, deverão ser inclinadas para que a reposição do posto de trabalho seja feita pela parte com maior cota da estante para que através da gravidade se aproxime da zona de trabalho, seguindo o método FIFO. Na perspetiva do operador da célula, o abastecimento da sua zona de trabalho será feito pela sua frente, evitando deslocações desnecessárias.

Na Figura 8, pode observar-se a diferença entre um bordo de linha eficaz e outro não tão eficaz. Na figura da esquerda pode observar-se um bordo de linha desorganizado com desperdícios em termos de movimentos e deslocações. Por outro lado, na imagem da direita, pode observar-se um bordo de linha frontal, organizado e com gestão visual. Desta forma, o tempo de trabalho será melhorado e a produtividade do trabalhador irá aumentar devido à redução de deslocações e movimentos.

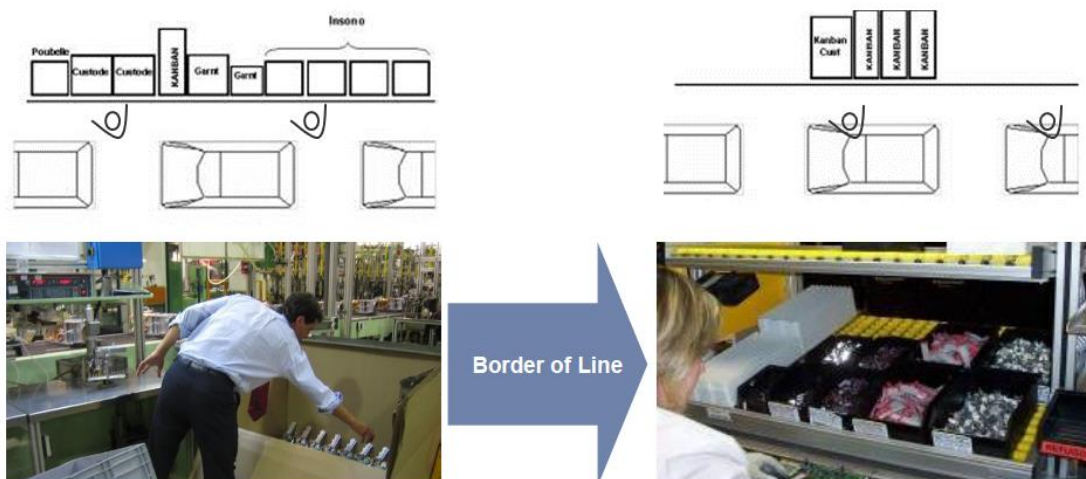


Figura 8-Exemplo de bordo de linha (Institute, Kaizen, 2017)

Standard Work

O *standard work* é, também, uma das ferramentas do TFM mais utilizadas. Quando é feita uma melhoria num processo ou numa prática deve fazer-se a normalização da mesma de

forma a que se tornem mais sustentáveis no tempo e para que não haja retrocesso na melhoria com o passar do tempo (Kaizen Institute, 2017). Trata-se também de uma forma de partilha de boas práticas entre os trabalhadores uma vez que será apenas normalizada a melhor forma de executar um processo conhecida até ao momento. Para além disto, o *standard work* é também um ponto de partida para a melhoria futura, já que se trata de um ponto de comparação.

SMED (Single Minute Exchange of Die)

O SMED é mais uma ferramenta do TFM. Trata-se de um análise e metodologia para melhoria do tempo perdido em mudança de lote, ou seja, tempo de *setup*. A vantagem deste método será que quanto maior for o tempo de *setup*, maior será a flexibilidade da célula de trabalho.

Automação low cost

A automação *low cost* foi muito utilizada neste projeto e consiste na utilização da natureza ou das suas leis para reduzir o desperdício (*Muda*) nos locais de trabalho. Esta automação, tanto é utilizada para reabastecer um posto de trabalho com, por exemplo, estantes com roldanas, que utiliza a gravidade para fazer chegar o material ao posto, como também pode ser utilizada na construção de *poka-yoka* (dispositivo que evitam erros de baixo custo). Pode ainda ser utilizado em dispositivos que não são considerados *Poka-Yoka*, porque não evitam erros, mas ajudam a evitar, como por exemplo o método *pick by light*.

3 Estado Inicial

Neste capítulo começa-se por apresentar o mercado das análises clínicas para melhorar a perceção da envolvente deste projeto. Serão também apresentadas as duas empresas nas quais foi desenvolvido o projeto de centralização e as principais diferenças entre ambas as empresas.

No Apêndice G é possível observar o *layout* atual do Laboratório X.

3.1 O mercado

Os meios auxiliares de diagnóstico médico constituem informação vital para a correta aferição do estado de saúde dos pacientes. Certas enfermidades se detetadas em fases precoces poderão ser tratadas (ou pelo menos os seus efeitos minorados) o que se traduz numa melhoria substancial da qualidade de vida dos pacientes, bem como numa importante redução da despesa com a Saúde.

Na Europa, os testes laboratoriais representam apenas 3% do total de gastos em Saúde, e influenciam mais de 70% das decisões médicas subsequentes. São, por exemplo, a base para o diagnóstico de 100% dos cancros⁵.

A tendência de envelhecimento da população característica dos países desenvolvidos, bem com a maior proliferação das doenças crónicas associadas, realça ainda mais a importância do sector dos meios complementares do diagnóstico médico como instrumento preferencial de prevenção. Por outro lado, a crescente necessidade de contenção de custos vem corroborar esta tendência.

Segundo (GrandViewResearch, 2018), o papel dos meios complementares de diagnóstico médico no tratamento médico tenderá a aumentar a sua relevância nos próximos 10 anos em cerca de 7% por ano.

O mercado das análises clínicas em Portugal tem vindo a sofrer muitas alterações ao longo dos últimos anos. No passado, os agentes deste mercado operavam de forma similar às farmácias, isto é, o negócio era mais familiar, passando entre gerações, com estratégias pouco claras e pouco investimento associado.

A partir de 2006, o Estado iniciou uma série de cortes sucessivos na despesa pública. Assim, os laboratórios que obtinham grandes margens foram obrigados a aderir a novas tabelas. Ora, o negócio de análises clínicas gera, anualmente, 350 milhões de euros, dos quais 240 milhões sob a forma de convenções geradas pelo Estado (Jornal de Notícias, 2008) e foi sobre este valor que foram feitos cortes que podem chegar aos 20% em certos tipos de análises. Aliado a isto, está também a questão da desvantagem competitiva em relação a outros países Europeus, uma vez que o IVA aplicado aos reagentes consumidos pelas máquinas é quase três vezes mais alto do que noutros países, com por exemplo, Espanha.

⁵ Informação retirada de documentação institucional da Empresa X.

Estas duas situações aliadas causaram a inviabilidade económica de laboratórios com volumes mais pequenos devido à falta de capacidade de negociação para reduzir os preços dos reagentes e, também, ao baixo nível de automatização que implica mais mão de obra. Assim, tem-se vindo a verificar um fenómeno de concentração de volumes de trabalho, onde os laboratórios maiores incorporam os volumes de trabalho mais pequenos, encerrando os mesmos (Jornal de Notícias, 2008).

Atualmente, e após um grande processo de compras e vendas durante os últimos anos, no mercado de análises clínicas, verificou-se, a partir de 2014, um aumento no volume de negócio neste mercado que o levou a atingir um valor de 360 milhões de euros anuais (SOL, 2017). Esta tendência verificou-se, também, nos anos seguintes.

Na Figura 9, é apresentada uma análise SWOT do mercado de análises clínicas, realizada em 2012.



Figura 9-Análise SWOT do mercado de análises clínicas – (retirado de Garcez, 2012)

Face a 2012, o mercado sofreu algumas alterações que não estão representadas nesta análise SWOT. Devido à política agressiva de aquisições das Empresas X e Y, a grande maioria dos pequenos *players* do mercado de análises clínicas foram eliminados, juntamente com alguns outros de maiores dimensões – sendo a Empresa Y um exemplo de empresas de maiores dimensões que foram adquiridas. Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico no setor não foi relevante nos últimos anos, começando agora a aparecer os primeiros equipamentos mais eficientes que os existentes em 2012. Para além disto, verifica-se atualmente uma maior estabilidade económica e, ainda, um aumento da importância do mercado de meios auxiliares de diagnóstico médico.

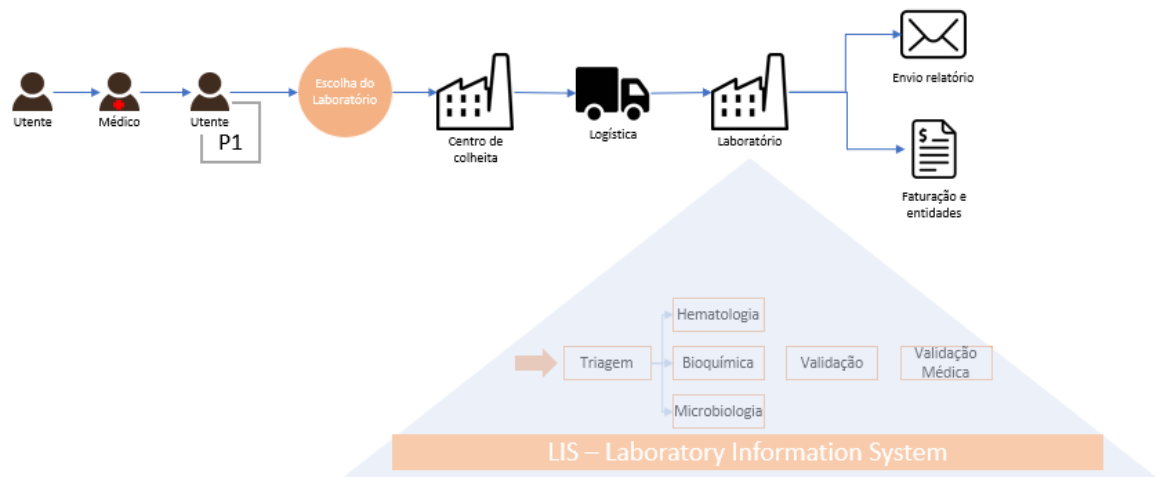


Figura 10 – Mapeamento Visual do fluxo de um laboratório de análises clínicas

Na Figura 10 é possível observar o mapeamento visual do fluxo de um laboratório de análises clínicas (*Value Stream Mapping* (VSM)) do setor de análises clínicas. Como é possível verificar é ainda feito um *zoom* ao fluxo do laboratório e ao sistema de informação que o sustenta.

3.2 Laboratory Information System: Backbone de informação

Para monitorizar toda esta cadeia e de forma a garantir que não existem perdas de produto, trocas de resultados entre doentes, comprometer a qualidade das análises dos doentes e ainda, garantir a melhor análise possível com base na informação do doente e o seu histórico, é utilizado o *Laboratory Information System* (LIS) que se trata de um sistema de informação responsável pelas seguintes ações:

- Registrar as informações do cliente;
- Registrar o histórico do cliente;
- Registrar informações dadas pelo médico;
- Comunicação com sistemas de saúde e seguros;
- Comunicação com as máquinas e operadores para dar informação de quais análises realizar;
- Validação automática dos resultados (apenas alguns)
- Monitorizar a temperatura das malas;
- Registo e gravação das fases de cada produto;
- Distinção dos produtos através de etiquetas.

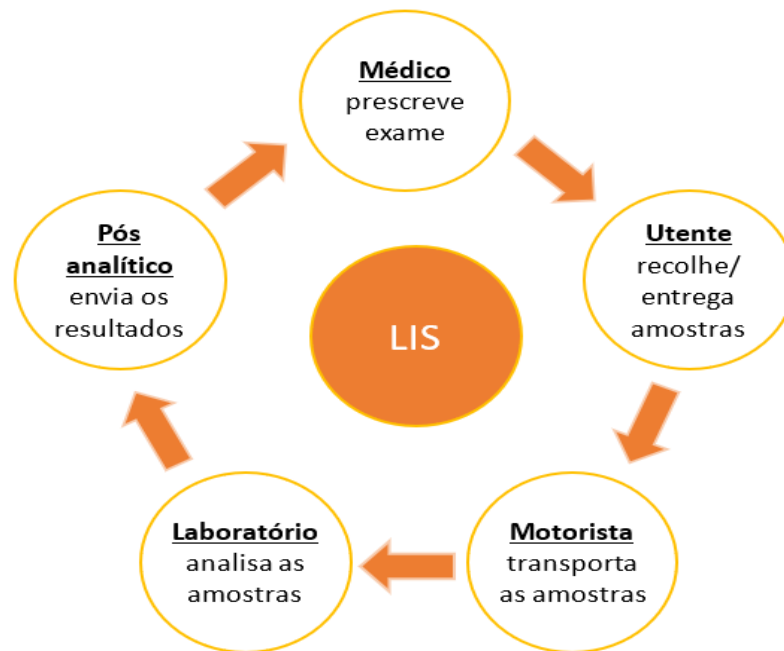


Figura 11 - Circulo suportado pelo LIS

Os atuais modelos de operação dos 2 laboratórios diferem consideravelmente nas operações, e como tal suportados igualmente em modelos de LIS também díspares com diferentes produtividades.

O modelo inicial da empresa Y pauta-se por uma separação entre o LIS que gere toda a componente laboratorial do atendimento no *frontend* e faturação. Isto deve-se a um desenvolvimento específico de um produto para a empresa Y do LIS.

O LIS, historicamente, foi desenvolvido para hospitais, onde o atendimento e os processos de faturação são vertidos internamente nos *Enterprise Resource Planning* (ERP) dos respetivos hospitais. Desta forma as aplicações LIS desenvolvidas por estas empresas fornecedoras de *software* apresentam uma vertente pouco desenvolvida no atendimento a utentes externos tal como a integrações posteriores como os sistemas nacionais de saúde e seguradoras no que toca a faturação.

Na Figura 12, pode ser observado o *framework* de cada um dos LIS das Empresas X e Y e de que forma são incluídas as partes de pré e pós laboratório.

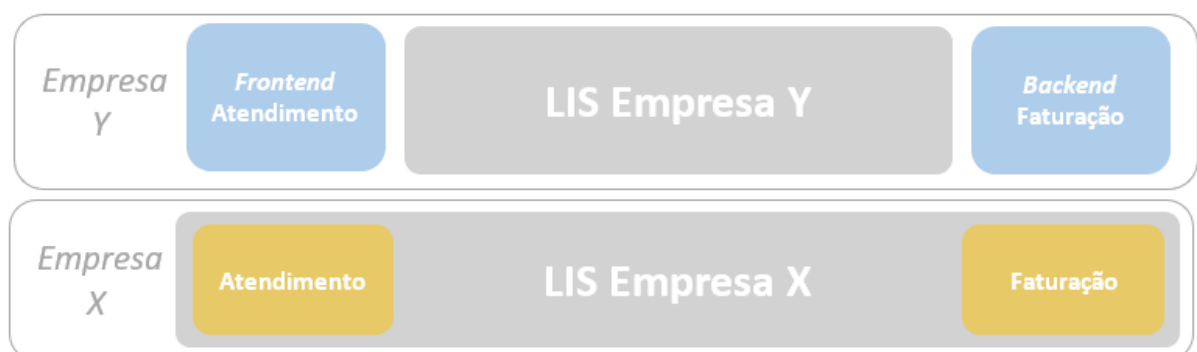


Figura 12 - Framework do LIS dos Laboratórios X e Y

Por outro lado, a empresa X, optou pela utilização de um modelo de operação com um LIS capaz de efetuar o atendimento e a faturação sem recurso a mais nenhuma plataforma.

Verificou-se que, embora a produtividade do LIS da Empresa X fossem bastante maiores na componente laboratorial, o *frontend* e o *backend* apresentavam valores de produtividade bastante inferiores tanto no atendimento como na faturação já que não apresentava a otimização necessária para o atendimento ao público ou ligação com entidades de faturação otimizadas (ADSE, ARS e outras seguradoras).

Este fator histórico levou a discussões sobre os sistemas a adotar porque a centralização dos laboratórios se torna totalmente impossível sem a utilização do mesmo LIS. Esta impossibilidade deve-se à necessidade dos doentes terem um número único nas 2 bases de dados, já que os relatórios apresentam o histórico do doente, melhorando a análise médica e dando mais segurança sobre o resultado transmitido ao doente.

Na componente laboratorial, o LIS da Empresa X apresentava uma grande otimização no processamento de dados proveniente dos equipamentos já que tinha sido alvo de vários projetos no passado dedicados a este tema, apresentando uma grande poupança nos recursos médicos utilizados para validação dos resultados.

A situação inicial dos dois LIS demonstrava assim que não existia uma solução otimizada entre os 2 sistemas informáticos o que levava a uma necessária discussão e escolha do melhor sistema.

3.3 Setores do laboratório

Como já foi dito anteriormente, há diferenças significativas organizacionais entre os dois laboratórios e, nesta secção, serão apresentados os setores de cada um dos laboratórios e comparados entre si em termos de processos e layout.

Na Tabela 1 é possível verificar os diferentes setores de cada um dos laboratórios.

Tabela 1 - Setores do laboratório

Empresa X	Empresa Y
Pré analítica	-
Bioquímica	Bioquímica
Hematologia	Hematologia
Microbiologia	Microbiologia
Parasitologia	Parasitologia
Urinas 24 + Triagem	Urinas 24

Em seguida, podem-se constatar as principais diferenças entre os vários setores do laboratório.

3.3.1 Pré analítica

A Pré Analítica é a área de entrada de soros e sangue para o laboratório. É uma zona de receção para este tipo de produtos, onde são triados e enviados para a respetiva área de análise.

Em alguns casos, antes deste envio, os tubos são submetidos a uma centrifugação e/ou aliquotados⁶ no automate⁷.

⁶ Uma alíquota trata-se de um novo tubo para o qual é transferido apenas o plasma de um tubo de colheita. O verbo aliquotar remete para o ato de transferir plasma do tubo de colheita para o tubo de alíquota.

Esta é também a área onde são tratados problemas que não são observados no momento de colheita ou que são causados por más práticas de colheita como por exemplo tubos hemolisados⁸ ou tubos com coágulo⁹.

A empresa X está estruturada de forma a manter uma Seroteca onde, após aliquotados os soros são guardados num congelador durante um mínimo de nove meses de forma a evitar repetições de colheita no caso da necessidade de repetição de uma análise ou, também, no caso de o doente pretender informação adicional relativa à análise da sua amostra.

O *automate*, aliquotador automático, é o equipamento principal da pré analítica. O seu propósito é aliquotar os soros, ou seja, pipetar o plasma para uma alíquota e em seguida armazená-la. Esta alíquota poderá ter dois destinos diferentes: Seroteca ou Bioquímica. No caso de o destino desta alíquota ser a Bioquímica, quer dizer que a análise que se pretende fazer a esta, não se realiza diariamente, pelo que, deverá ser armazenada e no futuro descongelada e analisada.

Na Figura 13 pode observar-se o diagrama esparguete desta área do laboratório.

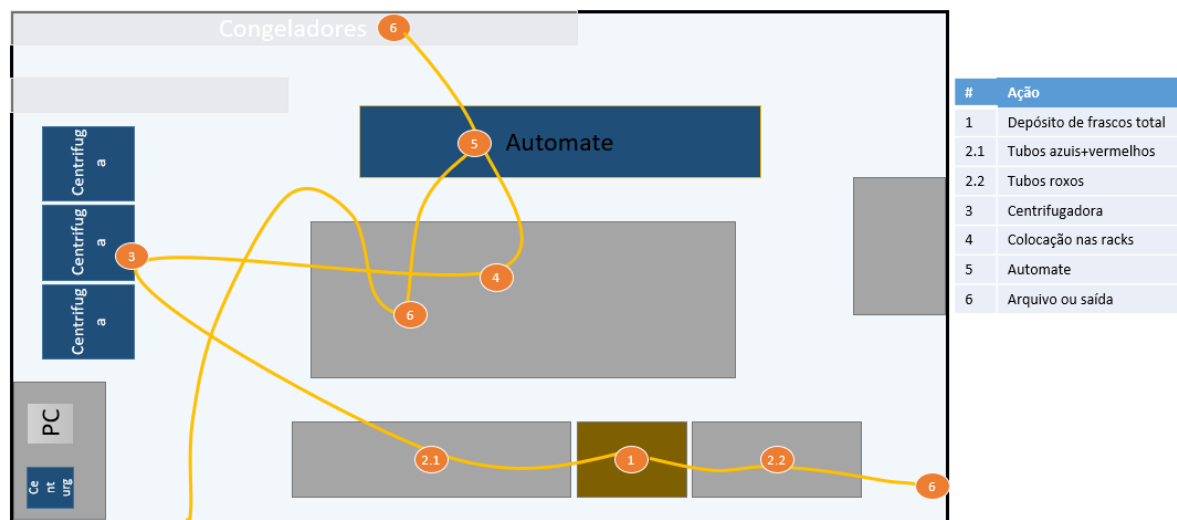


Figura 13 - Diagrama esparguete da Pré Analítica (Estado inicial)

Na Figura 14, está representado o fluxograma do produto desde o momento em que entra neste setor e as respetivas probabilidades de destino.

⁷ O automate trata-se de um aliquotador automático. Após os tubos serem inseridos neste aparelho, serão criadas alíquotas em função das indicações fornecidas pelo LIS ao equipamento. Estas alíquotas são criadas, em geral, quando o tubo contém análises que requerem seroteca ou quando o tubo contém análises não calendarizadas, ou seja, que não se fazem todos os dias e, por isso, deverá ser aliquotado e congelado até que possam ser efetuadas as análises.

⁸ Tubos hemolisados são tubos que não foram tratados de forma correta e, por isso, houve contaminação do plasma por parte dos restantes componentes do sangue. Esta contaminação pode influenciar os resultados obtidos

⁹ Tubos com coágulo são tubos em que, por não terem sido tratados de forma apropriada, formam-se coágulos que podem influenciar os resultados obtidos

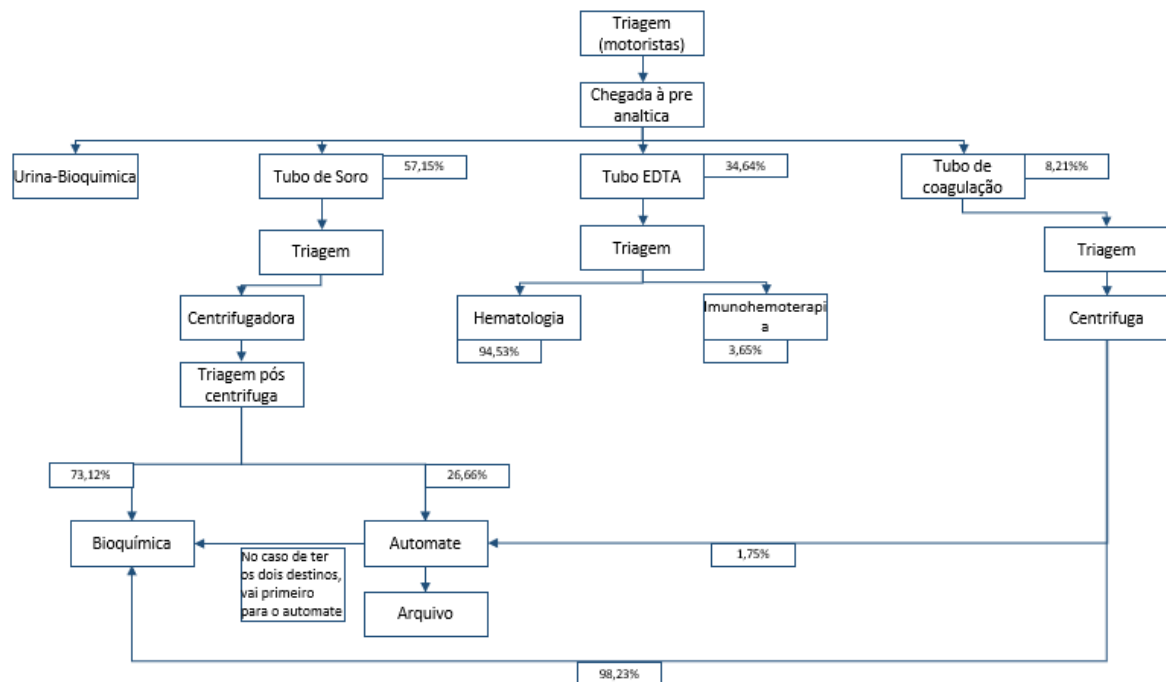


Figura 14 - Fluxograma da Pré Analítica

No caso da Empresa Y, não existe Pré analítica. Após a chegada dos motoristas com os tubos de soro e sangue, estes dirigem-se ao setor da Bioquímica onde são tratados e manipulados pelos funcionários deste setor. Em seguida, no caso de o destino de um tubo ser outro setor do laboratório, serão reencaminhados para o seu destino também por um funcionário deste setor.

Para além disto, a Empresa Y não possui *Automate*. Ao invés, possui um *Tecan* que se trata de uma versão anterior ao *Automate* que não tem capacidade para o volume diário de doentes da Empresa Y, pelo que é apenas utilizada para alíquotar soros que têm como objetivo final análises que não são feitas diariamente de forma a serem conservadas convenientemente até ao momento da análise. Mais, dada esta falta de capacidade da máquina, não é possível para a Empresa Y manter uma seroteca.

Conclusões:

A empresa X apresenta algumas vantagens face à Y no atual modelo de pré analítica pelo que se sugere a implementação dos principais conceitos:

- ✓ Seroteca que garante uma maior segurança para o doente no caso de ser necessária repetição ou reanálise;
- ✓ Maior controlo sobre a entrada de tubos no laboratório e rastreabilidade diminuindo erros e complexidade a jusante na cadeia laboratorial;
- ✓ Eliminação do desperdício na cadeia de valor a jusante por re-etiquetagem, falta de qualidade da amostra como hemólise ou coágulos.

Por outro lado, a partição do processo nesta área pode levar a perdas associadas a:

- ✓ Incremento no *Lead Time* por inclusão de uma paragem no fluxo;
- ✓ Incremento de mão de obra;
- ✓ Incremento de custo com a manutenção de uma seroteca de frio.

3.3.2 Bioquímica

A bioquímica trata-se do setor “Core” do laboratório. É aqui que são feitas as análises mais comuns como análises à glicose, colesterol, ureia, entre outras. É, também, a área que recebe maior volume do laboratório uma vez que está ainda aliada à especialidade de imunologia onde são feitas maioritariamente análises de carácter viral, como *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) e Hepatites. Neste setor, tanto são analisados soros e sangues, provenientes da pré analítica, como tubos de urina provenientes da zona de triagem de urinas que será analisada mais à frente.

Existem alguns problemas reportados nesta área provenientes da pré analítica, como tubos hemolisados ou coágulos.

No caso da Empresa X, existe um elevado nível de automação neste setor derivado da existência de uma cadeia que inclui todas as máquinas referentes à bioquímica (ADVIA) e imunologia (*Centaur*, *Immolute*, entre outras). A cadeia consiste num tapete conectado a três zonas de entrada ou saída programáveis e às diversas máquinas que constituem os setores de bioquímica e imunologia. É gerida e programável através do LIS.

Para além disto, na Empresa X, os equipamentos de análise à coagulação são geridos pelo setor de Bioquímica, o que vai contra o *standard* de organização dos laboratórios. No entanto, o volume de incidência neste tipo de análise não é muito relevante e, devido ao automatismo das máquinas de coagulação, não tem influência no tempo de trabalho dos funcionários deste setor.

No Apêndice D podem ser observados o fluxograma e diagrama esparguete deste setor.

No caso da Empresa Y, a Bioquímica é constituída pelo mesmo tipo de máquinas em diferentes quantidades. No entanto, não existe uma cadeia, o que implica que os tubos sejam passados de máquina em máquina manualmente. Para além disto, e como foi especificado anteriormente, este setor da Empresa Y incorpora a área da Pré Analítica, numa vertente menos estruturada.

Conclusões:

A Bioquímica da Empresa X apresenta melhores indicadores a partir do seu elevado grau de automatização comparativamente com a Empresa Y o que sugere melhorias a nível de:

- ✓ Otimização dos FTEs (*Full Time Equivalent*), dado que reduz o desperdício em termos de movimentações;
- ✓ Diminuição do *Lead Time*;
- ✓ Gestão mais eficiente dos recursos devido ao software de apoio à cadeia.

3.3.3 Hematologia

A Hematologia é o setor do laboratório que estuda os elementos do sangue periférico e os seus percursores. O exame mais comum aqui feito é o hemograma que se trata de um estudo feito à composição do sangue e é uma das análises mais requisitadas no laboratório. Existem ainda dois tipos de análises adicionais muito requisitadas neste setor que são a velocidade de sedimentação globular e os A1Cs¹⁰. É também aqui onde costumam ser feitos os testes de coagulação.

¹⁰ Análise que retorna o índice de glicémia do doente.

Os tubos destinados à hematologia são todos os de cor roxa e designam-se por tubos de EDTA. Estas amostras não necessitam de qualquer tratamento na área da Pré Analítica sendo imediatamente redirecionadas para este setor.

Na Empresa X, como apresentado anteriormente, a análise à coagulação não é realizada na Hematologia. Assim, 99% dos tubos que chegam a este setor do laboratório são tubos de EDTA. Estes tubos são colocados diretamente numa cadeia que realiza análises e/ou organiza os tubos para serem enviados para realização de análises noutra máquina que não esteja incluída na cadeia.

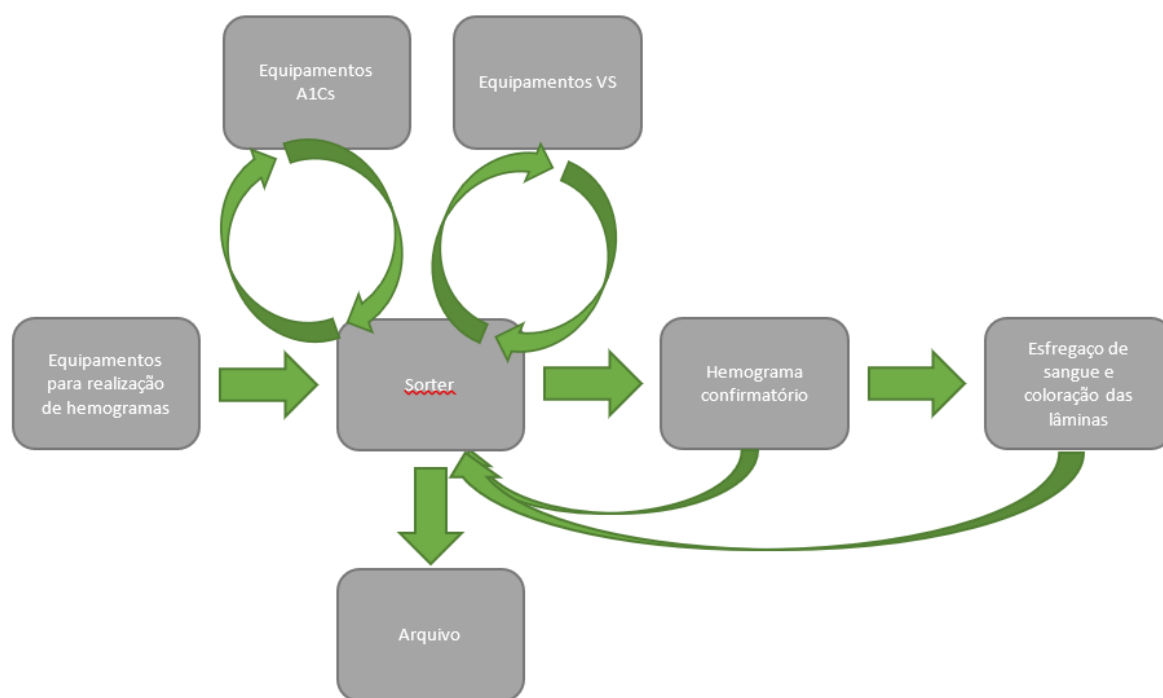


Figura 15 - Fluxo da cadeia de hematologia

Como pode ser verificado na Figura 15, os tubos de EDTA chegam à hematologia e são colocados na cadeia. Em seguida, passam por um grupo de máquinas que realiza os hemogramas e, através do sistema de informação, a cadeia sabe a quais dos tubos deve ser ou não feita esta análise. Em seguida, os tubos chegam ao *sorter*, que consiste numa máquina que separa os tubos em função do seu destino. No caso de não ser necessário fazer mais nenhuma análise, o tubo será colocado numa *rack* de arquivo que, mais tarde, será recolhida e arquivada por um funcionário. Caso os valores dos hemogramas não estejam dentro dos parâmetros definidos, o tubo continuará na cadeia, passando por uma máquina que realizará um hemograma confirmatório com mais precisão. No caso de os valores continuarem fora dos parâmetros definidos após esta etapa, seguirá na cadeia para que seja feito o esfregaço e coloração de uma lâmina que mais tarde será observada ao microscópio. O *sorter* separa também os tubos que tenham outros destinos fora da cadeia como por exemplo a realização de velocidade de sedimentação ou A1Cs. Qualquer tubo deve ser recolocado no *sorter* até terminar o seu percurso nas *racks* de arquivo.

No Apêndice B podem ser observados o fluxograma e diagrama esparguete deste setor.

Por outro lado, na Empresa Y tal como acontece no setor da Bioquímica, não existe uma cadeia na Hematologia. Assim, os tubos devem ser passados de máquina em máquina manualmente para a realização das diferentes análises.

Conclusões:

A Hematologia da Empresa X apresenta melhores indicadores através do seu elevado grau de automatização comparativamente com a Empresa Y o que sugere melhorias a nível de:

- ✓ Otimização dos FTEs, dado que reduz o desperdício em termos de movimentações;
- ✓ Diminuição do *Lead Time*;
- ✓ Gestão mais eficiente dos recursos devido ao software de apoio à cadeia.

Apesar de a cadeia ter um custo elevado, a sua aquisição torna-se indispensável para volumes de chegada de análises diária iguais ou superiores aos volumes de cada um dos laboratórios X e Y. Foi possível compreender isto a partir da observação dos elevados níveis de entropia registados no Laboratório Y.

3.3.4 Microbiologia

É neste setor onde são tratados praticamente todos os produtos biológicos à exceção das fezes, tais como urinas, expetorações, fluídos vaginais, esperma, entre outros. A microbiologia é o estudo de microrganismos e, assim, as áreas com mais incidência neste tipo de laboratórios são a bacteriologia, em primeiro lugar, e a micologia. A parasitologia é também um campo de estudo da microbiologia, no entanto, é tratada como um setor à parte em ambos os laboratórios. Os exames bacteriológicos e micológico têm como objetivo o estudo e consequente diagnóstico dos microrganismos presentes nos produtos biológicos que chegam a este setor. Para este estudo, é necessária uma cultura inicial num meio de cultura e consequente incubação de forma a permitir o crescimento das bactérias. Após o crescimento das mesmas, deverão ser submetidas a uma identificação¹¹ e consequente antibiograma¹² de forma a reconhecer o microrganismo e informar o doente qual deve ser o antibiótico a ser administrado. Na eventualidade de não haver crescimento de microrganismos no meio de cultura, o processo termina e o doente será informado da inexistência de microrganismos patológicos no produto biológico analisado.

A Empresa X, possui uma cadeia de valor semelhante para praticamente todos os exames bacteriológicos. É feita uma sementeira, que consiste em semear o produto biológico num ou mais meios de cultura, dependendo do tipo de exame bacteriológico, em seguida procede-se à incubação, que culmina, no caso de existir crescimento de bactérias, na identificação e antibiograma que são realizados automaticamente por dois tipos de máquinas: *Maldi-Tof* para a identificação e *Walkaway 2000* para o antibiograma. Após a saída do resultado destas máquinas, procede-se à validação do resultado. No caso de o crescimento ser negativo, é feita a validação do resultado.

No Apêndice C podem ser observados o fluxograma e diagrama esparguete deste setor.

Na Empresa Y, o procedimento para todos os produtos biológicos exceto urinas é feito de forma semelhante à da Empresa X, no entanto, a parte de identificação e antibiograma é feita manualmente sem o apoio de máquinas.

Quanto ao exame bacteriológico de urinas, existe uma grande diferença entre as duas empresas. Na Empresa Y, é utilizado um método de *Screening* que permite validar negativamente cerca de 55% do volume de urinas antes da sua sementeira, evitando este

¹¹ No setor da microbiologia o conceito identificação remete para a identificação da bactéria presente no produto biológico a ser estudado. Este processo é apenas executado caso a sementeira do produto seja positiva.

¹² No setor da microbiologia, o conceito de antibiograma remete para o processo em que, após ser feita a identificação da bactéria presente no produto biológico em estudo, são estudadas as defesas da bactéria.

procedimento. O resto do processo é equivalente aos restantes produtos, passando pela fase de sementeira, incubação, identificação e antibiograma. Na Figura 16 são apresentados os fluxos relativos a este exame à urina nas duas empresas. A diferença entre estes processos é relevante dado que este tipo análise representa cerca de 70% do volume de trabalho neste setor.

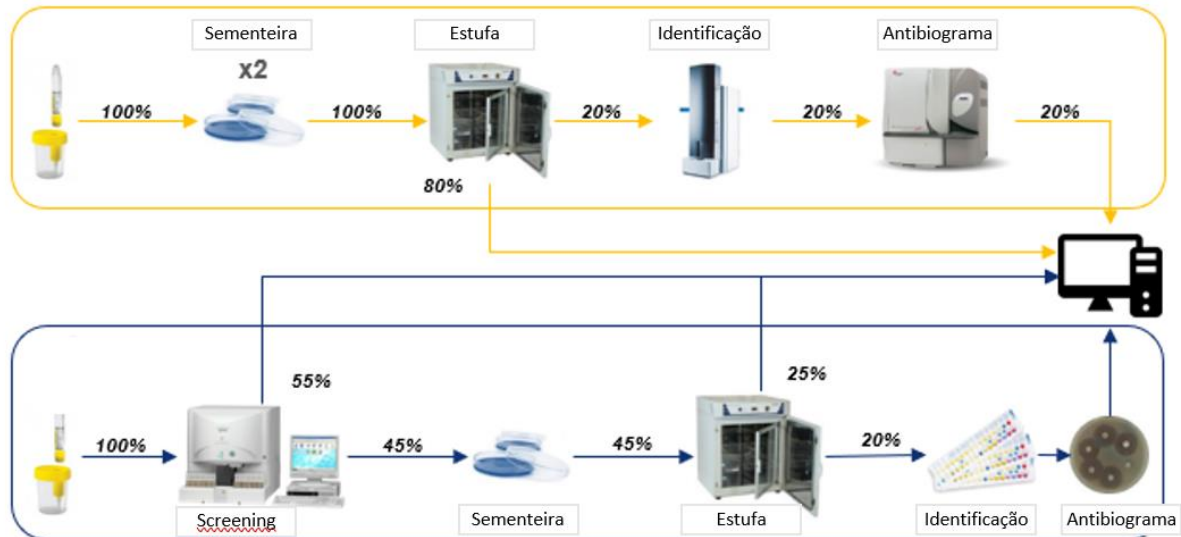


Figura 16 -Fluxo do Exame bacteriológico de urina nos laboratórios X (amarelo) e Y (azul)

Como é possível constatar a partir da Figura 16, os dois processos são muito distintos. Mais à frente será apresentado um *benchmark* entre os dois processos.

Conclusões:

O setor de microbiologia da Empresa X apresenta melhores níveis de automatização na segunda parte do processo, identificação e antibiograma, o que remete para melhoria a nível de:

- ✓ Otimização dos FTEs;
- ✓ Maior precisão nos resultados;
- ✓ Menor volume físico de meios de cultura na fase final.

Por outro lado, este aumento no nível de automação implica um aumento dos custos de materiais consumíveis na segunda parte do processo.

Relativamente à Empresa Y, apresenta melhores níveis de automatização na parte inicial do processo, remetendo para melhorias a nível de:

- ✓ Redução do volume físico de trabalho e sementeiras;
- ✓ Otimização dos FTEs;

Por outro lado, o método de *screening* que implementa as melhorias ao nível de automatização, implica um aumento dos custos a nível de reagentes e pode ainda implicar uma maior incerteza devido à possibilidade de existência de falsos negativos.

3.3.5 Parasitologia

A parasitologia trata-se da especialidade que estuda os parasitas. Está, geralmente, associada à microbiologia, no entanto, é considerado um setor à parte em ambos os laboratórios. Neste setor são unicamente analisadas fezes. Todas as análises feitas a este

produto são também realizadas neste setor, exceto o Exame Bacteriológico que é feito na Microbiologia.

Cerca de 90% do volume deste setor é representado pela Pesquisa de Sangue Oculto. Este exame tem o intuito, tal como o próprio nome diz, de procurar nas fezes vestígios de sangue não visíveis a olho nu.

Mais uma vez, e apesar de a dimensão das duas empresas ser equivalente, a diferença de automação entre as duas empresas é notória. Na Empresa X, este estudo é realizado praticamente de forma automática, ou seja, é retirada da amostra uma pequena quantidade de fezes e colocada num coletor que irá ser analisado por uma máquina especializada neste tipo de exames (Diana OC). Por outro lado, a pesquisa de sangue oculto realizada na Empresa Y é feita manualmente e observada através de um microscópio, que requer mão de obra mais especializada.

Os restantes exames associados a este setor são os Exames Parasitológicos e Calprotectinas que representam uma pequena percentagem do volume de trabalho na área. De qualquer forma, o procedimento nas duas empresas é equivalente e totalmente manual.

No Apêndice E podem ser observados o fluxograma e diagrama esparguete deste setor.

Conclusões:

A Parasitologia da Empresa X apresenta melhores indicadores de produtividade e utilização do espaço dado o seu elevado grau de automatização comparativamente com a Empresa Y o que sugere melhorias a nível de:

- ✓ Otimização dos FTEs, uma vez que não há necessidade de mão de obra mais especializada;
- ✓ Redução do tempo de trabalho dos FTEs;
- ✓ Diminuição do *Lead Time*.

Por outro lado, a Diana OC tem um custo considerável e, por isso, o seu custo pode não ser justificável para pequenos volumes de exames, o que não se aplica à situação atual.

3.3.6 Urinas 24 e Triagem de urinas

O setor de Urinas 24 é um setor existente em praticamente todos os laboratórios de análises clínicas. No entanto, este não se trata de uma especialidade, mas sim de uma área com condições para a realização da triagem deste produto. Urinas 24 representa uma série de análises feitas à urina, mas com a diferença relativamente à urina normal (ocasional) de que deve ser colhida durante 24 horas. Assim, este produto é entregue em contentores normalmente de 2L que devem ser triados neste setor. A triagem destes contentores requer apenas um computador, uma impressora de etiquetas, uma balança e um depósito para o excesso de urina.

O processamento deste tipo de urinas em ambas as Empresas é feito através de um tubo de vácuo que, após ser medido o peso do contentor de urina, é colocado na respetiva reentrância no contentor e é, assim, através de vácuo, triada a urina 24. Esta triagem é feita para dois tubos diferentes sendo um para análise e outro para arquivo de segurança. A restante urina é eliminada.

Quanto à zona de triagem de urinas, refere-se apenas ao ato específico de triar os frascos de urina para tubos de análise. Na Empresa X, esta ação é feita a partir de tubos de vácuo que apenas requer a inserção do tubo no orifício respetivo. Por outro lado, a Empresa Y não possui esta tecnologia de vácuo nos frascos de urina ocasional pelo que, no ato de triagem, requer que a urina seja vertida manualmente para o respetivo tubo.

Deve ainda ser referido que a Empresa Y não possui qualquer zona atribuída especificamente para o ato da triagem da urina, pelo que esta triagem deverá ser feita pelo técnico que pretender utilizar a urina para executar uma certa análise.

Esta zona de triagem também não representa uma especialidade do laboratório e não requer mão de obra especializada. Corresponde, assim, tal como as Urinas 24, a uma necessidade criada pelo facto de estes frascos e contentores não serem triados no momento da colheita ou receção da colheita.

Conclusões:

O método de triagem por vácuo em ambos os tipos de urina é mais automatizado comparativamente com o método de verter a urina. Apresenta, então, melhorias a nível de:

- Otimização de FTEs, devido ao aumento de rapidez do processo;
- Aumento da segurança do trabalhador porque não há possibilidade de contacto com a urina;
- Facilita a que, no futuro, esta triagem passe a ser feita no momento da colheita.
- Melhorias na organização do laboratório, redução de desperdício como limpeza
- Aumenta a produtividade já que coloca o desperdício de sobre processamento a montante do processo

Por outro lado, este método de vácuo ainda não está suficientemente desenvolvido e, por vezes, no momento de inserção do tubo no orifício correspondente verte-se um pouco de urina. Por esta razão, esta triagem não é feita no momento de colheita de forma a não impressionar espectadores mais sensíveis.

3.4 Síntese

Ambos os laboratórios mostram sinais de desorganização e limitações em termos de espaço para o volume de amostras analisado diariamente em cada um deles. Esta desorganização incrementa dificuldade no processo de centralização, pelo que, para além de melhorias com origem no *benchmark* de processos entre os 2 laboratórios, foram também executadas melhorias no layout, disposição de equipamento e consumíveis tal como, quantificação de recursos. Estes temas serão abordados no próximo capítulo.

4 Desenho e Implementação

Sendo o objetivo principal do projeto a centralização dos laboratórios da Empresas X e Y, neste capítulo será apresentado o processo de desenho, planeamento e implementação da solução de melhoria para esta centralização. Esta solução tem por base as ferramentas e processos apresentados no Enquadramento Teórico. O processo de desenho e implementação de soluções foi feito para cada uma das áreas do laboratório individualmente, incluindo as áreas de suporte como o armazém. Houve também outros projetos de melhoria que serão apresentadas mais à frente.

Como base para melhor compreender os fluxos do laboratório foi feita uma recolha de tempos de todos os processos em cada um dos setores, enquanto se fez o levantamento de todos os fluxos do laboratório. Esta recolha permitiu perceber mais concretamente onde estavam os maiores desperdícios no processo e, assim, implementar soluções que reduzam o máximo possível estes MUDA.

No Apêndice A, é possível consultar um exemplo de como foi feita a recolha dos tempos de cada um dos processos. A tabela correspondente a este anexo, consiste na descrição completa de todos os passos do processo, o tempo de trabalho correspondente a cada uma destas ações e, ainda, a probabilidade de ser necessário executar cada um destas ações.

Considerou-se ainda, de forma a calcular os horários e mão de obra necessária para o futuro, uma curva de chegada dos motoristas após a recolha das amostras pelos postos de colheita. Esta curva de chegada foi estimada pelo departamento de logística, a partir das rotas de recolha planeadas para o laboratório futuro. Na Figura 17 é possível observar um exemplo da chegada dos tubos de Soro, EDTA e coagulação ao laboratório.

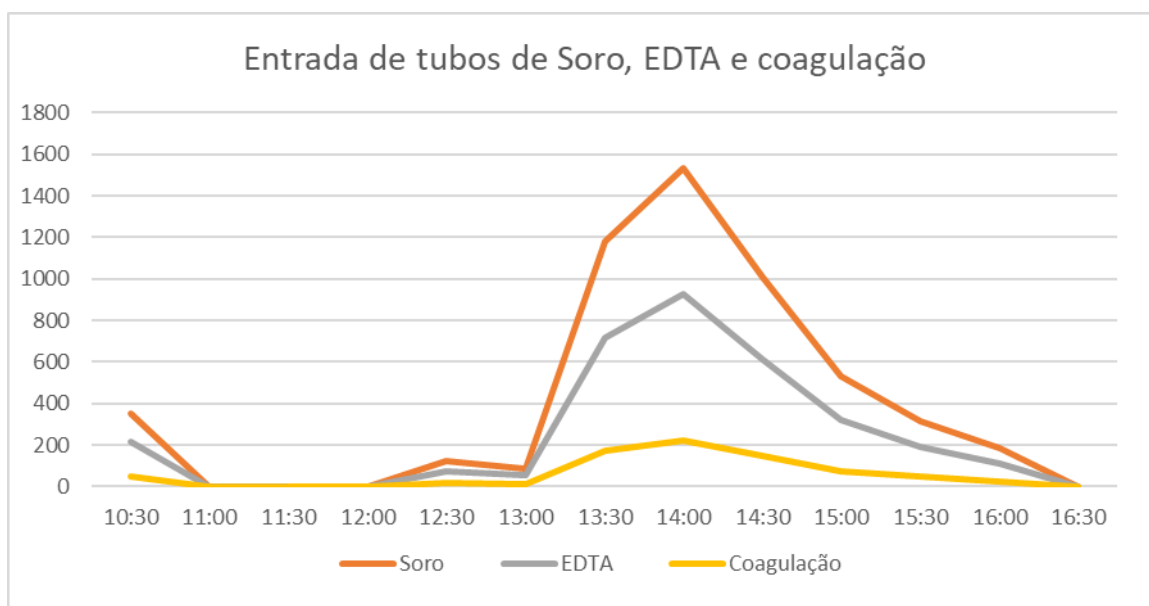


Figura 17 - Entrada de tubos de Soro, EDTA e coagulação no laboratório por hora

Neste capítulo optou-se por referenciar apenas as implementações mais relevantes para o objetivo final do projeto e que representam maiores ganhos de produtividade para o Grupo, sendo que foram feitas implementações de melhorias durante o processo de levantamento da situação inicial, de fácil implementação

4.1 Laboratory Information System

A proposta do modelo futuro do LIS inclui um modelo de centralização num único LIS com uma única base de dados. Este LIS apresenta como core o modelo inicial da empresa X já que apresentava uma maior produtividade. Aproveitou-se ainda a plataforma já existente no Laboratório Y de *frontend* e *backend* fazendo então uma adaptação ao LIS inicial, estabelecendo as ligações necessárias, Figura 18

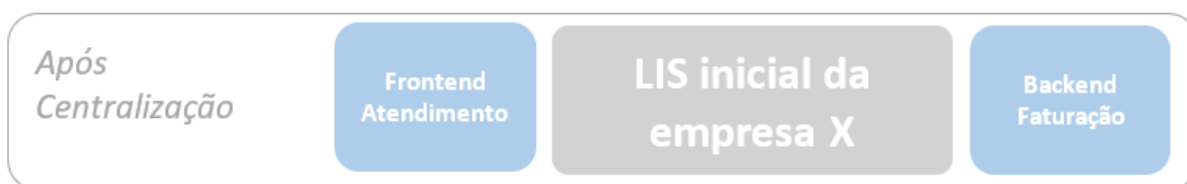


Figura 18 - Framework proposto para LIS futuro

Durante este processo foram encontradas oportunidades através de um *process mapping* detalhado dos principais processos de faturação tais como:

- Centralização da digitalização
- Automatização de conferências¹³
- Construção de lotes de faturação automáticos
- Envio automático de emails
- Monitorização de erros e criação de plano de ações diário para resolução dos mesmos

Em termos de melhorias para o laboratório, esta nova solução permitirá obter um *frontend* para tratamento e consulta de análises mais intuitivo. Para além disto, foram ainda aplicadas melhorias a este sistema de informação que são descritas como oportunidades de melhoria nas próximas secções.

A utilização do *frontend* de atendimento permite ainda de forma simples e rápida, desenvolver uma solução de atendimento aos utentes agnóstica de qualquer LIS, permitindo no futuro mudanças de LIS com reduzido impacto para a operação nas centenas de colaboradores nos postos de colheita.

Esta solução permite ainda a adaptação deste mesmo *frontend* a outros setores de atividade da empresa, ou seja, outros LIS em áreas como Cardiologia, ou até a ligação com outros sistemas como Radiologia, usufruirão de um doente único, permitindo a uniformização de informação do doente e do seu respetivo código nos diferentes sistemas melhorando a recolha de dados, a informação clínica e criando uma plataforma de diagnóstico clínico com elevado valor acrescentado para o futuro e acima de tudo para o doente.

A compartimentação do *framework* informático, com especialização destes vários módulos ao longo da cadeia produtiva, permitiu então um aumento da produtividade nas tarefas de suporte ao laboratório, mas também nas tarefas laboratoriais. Por outro lado, a centralização da informação do doente e o tratamento da informação dos vários setores de atividade da empresa através da unificação de base de dados, no futuro podem ser elementos disruptivos no setor das análises clínicas melhorando consideravelmente o diagnóstico clínico.

¹³ Ato de conferir as faturas dos doentes para envio para seguradoras.

4.2 Pré Analítica

A Pré-Analítica, apresenta-se com um dos setores com maior preponderância na eficiência da operação do laboratório. Se considerarmos os conceitos de fluxo, o desenho e implementação de melhorias neste setor reveste-se de especial importância uma vez que, sendo o setor de entrada de grande parte dos produtos que entram no laboratório absorverá toda a variação detetada nos mais de 760 postos colheita que estarão associados ao laboratório centralizado.

Assim, apesar de não existir este setor no Laboratório da Empresa Y, considera-se essencial a existência deste espaço, uma vez que se pretende entregar todos os resultados aos doentes com o menor *Lead Time* possível, idealmente no próprio dia da colheita (exceto os que incluem períodos de incubação ou análises calendarizadas). Erros detetados na inscrição do doente, produtos mal identificados ou com desvios face ao pedido representariam novas colheitas, incremento do *Lead Time* e insatisfação do utente.

Na Tabela 2 podemos observar os prós e contras quanto à existência deste setor.

Tabela 2 - Prós e contras da pré analítica

Prós	Contras
Menor entropia na chegada do produto ao setor de destino	Obriga à utilização de mais espaço
Atribuição de tarefas mais simples a trabalhadores menos qualificados	Custo adicional
Maior rastreabilidade das análises	Necessidade de criar uma <i>help chain</i> resolvendo os problemas identificados
Redução de <i>Lead Time</i> médio	Maior lead time no processo, mas que se reflete posteriormente numa redução no desvio padrão do TAT

Considerados os prós e contras desta decisão optou-se pela existência deste setor uma vez que se pretende diminuir a entropia em todo o laboratório, melhorar a utilização dos recursos humanos disponíveis e evitar a existência de erros e perdas.

Durante o período de recolha de fluxos e informação relativos a esta área, foram observadas as seguintes oportunidades de melhoria:

- Diminuição da distância entre esta e a entrada da cadeia no setor de bioquímica
- Maior proximidade da zona de congeladores
- Maior proximidade de todos os setores do laboratório (setor central)
- Existência de um local para colocar os restantes produtos biológicos
- Local para descarga (feita pelos motoristas) do material que recolhido nos postos
- Diminuição do tamanho e complexidade das listas de trabalho

Assim, dadas as oportunidades de melhoria observadas, desenhou-se o setor de Pré Analítica do laboratório futuro. Este *layout* pode ser observado na Figura 19.

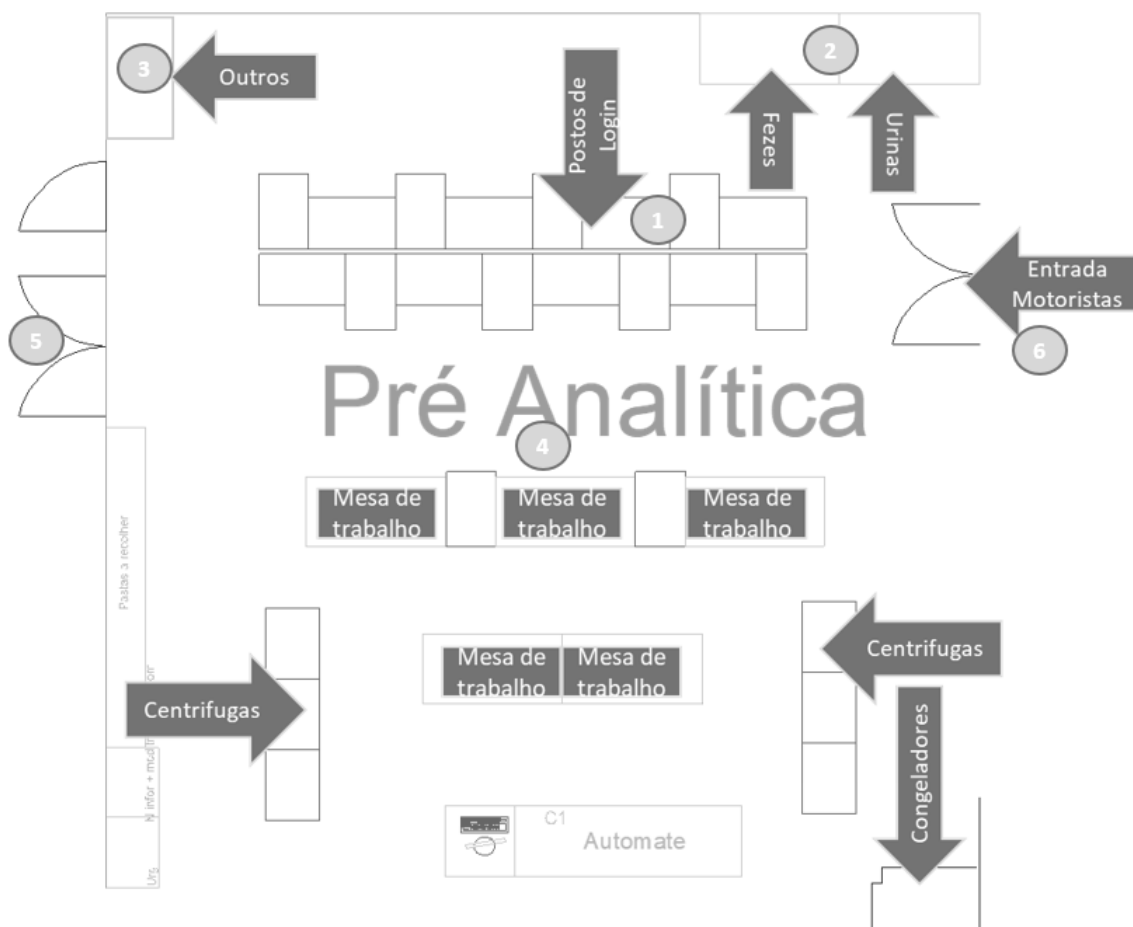


Figura 19 - Layout futuro da Pré Analítica

Neste setor, foi necessário ter em consideração a chegada dos motoristas e o seu percurso, de forma a não causar constrangimentos em horas de ponta. Assim, os motoristas após entrarem nesta área deverão dirigir-se, com os respetivos carros de transporte carregados com o material recolhido (malas, tubos, documentos, ...), a uma mesa de triagem para proceder à separação com base no tipo de produto (1). Em seguida, devem colocar as fezes, urinas (2) e restantes produtos biológicos (3) nos locais correspondentes para que os mesmos sigam o seu percurso para a área de destino já que apresentam um tipo de meio de colheita diferenciado. Por fim, deverão dirigir-se às mesas de trabalho deste setor e entregar todos os tubos que foram recolhidos (4). Estas mesas de trabalho são intercaladas com carros de abastecimento que é onde os motoristas devem colocar os tubos. Em seguida, os motoristas devem dirigir-se ao armazém (5) para recolha dos materiais a distribuir pelos postos de colheita correspondentes à sua rota.

De forma a melhorar o percurso dos motoristas e, também, reduzir o percurso dos técnicos de cada um dos setores que têm de recolher o material destinado ao seu setor, criaram-se locais para depositar os produtos que não necessitam de qualquer ação da pré analítica, tal como as urinas, fezes e restantes produtos biológicos. Os únicos que devem ser entregues nesta área são, portanto, todos os tubos de soro e hematologia.

Desenhou-se a zona de trabalho deste setor de forma a minimizar as deslocações internas e externas:

- Centrifugadoras e Aliquotador foram colocados em redor de mesas de trabalho de forma a aumentar a produtividade do setor.

- Colocação do Aliquotador mais próximo possível da zona de congelação uma vez que todo o material trabalhado nesta máquina tem o congelador como destino final (mesmo que no futuro tenha como destino outro setor do laboratório, é primeiro congelado).
- Colocação da Pré Analítica como setor central de todo o laboratório, dividindo em áreas os setores que trabalham com soros e sangues dos setores que trabalham com todos os outros produtos biológicos (que não são tratados neste setor).
- Colocação da entrada de ambas as cadeias de grande volume (Bioquímica e Hematologia) o mais próximas possível deste setor.
- Correções feitas ao LIS, juntamente com a equipa informática, que permitiram reduzir o tamanho das listas de trabalho e, consequentemente, o tempo despendido.

A partir do novo layout e melhorias implementadas juntamente com as melhorias no LIS, foi possível aumentar a produtividade deste setor e, ainda, diminuir a entropia em todo o laboratório.

Tabela 3 - Ganhos de produtividade da Pré Analítica

	LABORATÓRIO X	LABORATÓRIO Y	SITUAÇÃO FINAL
VOLUME	100%	100%	200%
FTEs	3,5	3,5	3,5
GANHO DE PRODUTIVIDADE		+100%	

Na Tabela 3 é possível observar o ganho de produtividade obtido a partir do desenho e implementação das melhorias apresentadas. Este ganho de produtividade é conseguido a partir da realocação de FTEs a áreas ou departamentos da empresa que estejam em défice de trabalhadores. Após observar os fluxos da Empresa Y, constatou-se que a força de trabalho despendida em funções de triagem no laboratório correspondia a 3,5 FTEs, pelo que, apesar de não existir nenhum setor de Pré Analítica neste Laboratório, se considerou que o trabalhado do equivalente a este setor era desempenhado por 3,5 FTEs

No Tabela 4 é possível observar os tempos medidos durante o levantamento da situação inicial, comparados com os tempos registados após as melhorias implementadas e segundo o novo layout implementado.

Tabela 4 - Medição de tempos na situação atual e futura na Pré Analítica

	Estado Inicial			Futuro			Aumento de produtividade
	Tempo	N	Tempo Uni	Tempo	N	Tempo Uni	
EDTA							
Colocar nas racks hematologia	00:00:48	15	00:00:03	00:00:36	15	00:00:02	32,5%
Soro							
Colocar nas racks para centrífuga	00:01:27	38	00:00:02	00:00:56	38	00:00:01	54,5%
Colocar racks na centrífuga	00:00:45	72	00:00:01	00:00:45	72	00:00:01	0,0%
Centrifuga	00:05:00	72	00:00:04	00:05:00	72	00:00:04	0,0%
Separação entre racks para automate e tapete	00:01:59	72	00:00:02	00:01:24	72	00:00:01	41,2%
Coagulação							
Colocar nas racks para centrífuga	00:00:56	33	00:00:02	00:00:47	33	00:00:01	20,0%
Colocar racks na centrífuga	00:00:45	72	00:00:01	00:00:45	72	00:00:01	0,0%
Centrifuga	00:15:00	72	00:00:12	00:15:00	72	00:00:12	0,0%
Separação entre racks para automate e tapete	00:02:22	50	00:00:03	00:01:06	50	00:00:01	115,5%
Urinas							
Colocar nas racks para centrífuga	00:01:15	76	00:00:01	00:01:00	76	00:00:01	25,5%
Colocar racks na centrífuga	00:00:45	72	00:00:01	00:00:45	72	00:00:01	0,0%
Centrifuga	00:05:00	72	00:00:04	00:05:00	72	00:00:04	0,0%
Colocar nas racks para cadeia	00:02:27	110	00:00:01	00:01:31	110	00:00:01	61,1%
Tubos hemolizados							
Averiguar existência de Tecan	00:02:13	6	00:00:22	00:01:10	6	00:00:12	90,0%
Procurar tubos com Tecan + Separação	00:21:36	10	00:02:10	00:09:23	10	00:00:56	130,2%
				00:00:26			
Tubos vazios							
Averiguar existência de Tecan	00:02:17	6	00:00:23	00:01:10	6	00:00:12	95,5%
Procurar tubos no Tecan	00:03:57	1	00:03:57	00:02:37	1	00:02:37	51,2%
				00:00:51			
Tubos com fibrina							
Retirar fibrina	00:01:19	3	00:00:26	00:00:40	3	00:00:13	98,8%
				00:00:13			
Automate							
Colocar tampas nos tubos	00:02:30	60	00:00:02	00:01:11	60	00:00:01	111,2%
				00:00:01			
Tubos SIQ's (tubos que o automate n separou)							
Separação manual	00:01:17	1	00:01:17	00:00:39	1	00:00:39	96,2%

Na Tabela 5 é também possível constatar a comparação entre o tempo gasto a tirar e rever listas na situação inicial e a solução futura.

Tabela 5 - Medição de tempos de criação e validação de listas na situação atual e futura na Pré Analítica

Tarefas extra	Estado Inicial	
Deitar tubos fora	00:36:18	00:30:00
Lista de trabalho dos congelados	00:30:15	00:25:00
Lista do Anatomia Patológica e genética	00:10:00	00:10:00
Lista de trânsito	00:03:38	00:03:38
Lista Exterior 2	00:22:41	00:20:00
Lista coagulação especial	00:01:30	00:01:30
Acrescentamentos para Bioquímica	00:02:10	00:02:10

Em ambas as Tabela 4 e Tabela 5 são apresentados está representada a diferença entre o tempo gasto na execução de cada uma das tarefas descritas. Este ganho de produtividade foi obtido a partir da implementação das oportunidades de melhorias recolhidas durante o período de levantamento de fluxos e processos e apresentadas do início da presente secção. Assim, a maioria dos tempos recolhidos que obtiveram aumentos de produtividade foram conseguidos a partir do aumento de proximidade entre este setor, a Bioquímica, o local das centrífugas e o local de descarga de material por parte dos motoristas. Para além disto, a partir das alterações feitas no LIS, descritas na secção anterior, foi possível reduzir o tempo de criação e validação das listas de trabalho que representam uma parte significativa deste setor.

Assim, após a simulação do funcionamento deste setor segundo o *layout* implementado e medido o tempo necessário para executar cada uma das tarefas descritas, foi possível

reproduzir a Tabela 6 que foi simulada uma situação real, segundo uma curva de chegada baseada na apresentada na figura Figura 17.

Tabela 6 - Cálculo de horas de trabalho necessárias a partir da chegada à Pré Analítica

Tempo/Amostra	00:00:06	00:00:04	00:00:06	00:00:04	00:00:02	03:55:21	00:01:33	00:00:24	00:00:48	00:01:11					
Hora	Total Análises	Tubos de Soro	Tubos EDTA	Tubos Coagulação	Urinas	Tampas Automate	Listas	Tubos Vazios	Tubos com fibrina	Tubos hemolizado	Tubos SIQ's	Hora	Horas necessárias	Horas disponíveis	Tempo de Ócio
08:00	0	-	-	-	-		0,709					08:00	2,78	0	-2,78
08:30	0	-	-	-	-							08:30	-	0	-2,78
09:00	0	-	-	-	-							09:00	-	0	-2,78
09:30	0	-	-	-	-							09:30	-	0	-2,78
10:00	0	-	-	-	-							10:00	-	1	-2,28
10:30	657	354	214	51	38	99		3	4	9	2	10:30	1,29	1	-3,08
11:00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	11:00	-	1	-2,58
11:30	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	11:30	-	1	-2,08
12:00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	12:00	-	1	-1,58
12:30	226	122	74	17	13	34		1	1	3	1	12:30	0,44	1	-1,52
13:00	162	87	53	13	9	24		1	1	2	0	13:00	0,32	2	-0,84
13:30	2 195	1 182	716	170	128	332		10	13	30	6	13:30	4,33	1	-4,67
14:00	2 844	1 531	928	220	165	430		13	17	39	8	14:00	5,61	3	-8,77
14:30	1 867	1 005	609	144	109	283		8	11	26	6	14:30	3,68	4	-10,45
15:00	983	529	321	76	57	149		4	6	14	3	15:00	1,94	5	-9,89
15:30	588	317	192	45	34	89		3	3	8	2	15:30	1,16	5	-8,55
16:00	342	184	111	26	20	52	0,291	2	2	5	1	16:00	1,81	5	-7,87
16:30	-	-	-	-	-							16:30	-	5	-5,37
17:00	-	-	-	-	-							17:00	-	4	-3,37
17:30	-	-	-	-	-							17:30	-	4	-1,37
18:00	-	-	-	-	-							18:00	-	2	-0,37
18:30	-	-	-	-	-							18:30	-	2	0,63
19:00	-	-	-	-	-							19:00	-	0	0
19:30	-	-	-	-	-							19:30	-	0	0

Na Tabela 6, pode observar-se do lado direito da tabela a chegada de cada um dos tipos de amostra a este setor. Nas colunas seguintes são calculadas as horas de trabalho necessárias por hora, com base nos tempos medidos, representados na parte superior da tabela. Estão também representados os trabalhadores que foi planeado trabalharem por hora neste setor, de forma a obter o menor tempo de ócio possível. Para a construção desta tabela, foi considerada uma margem de segurança para cada um dos tempos representados na sua parte superior, de forma a que os trabalhadores tenham tempo para pausas, deslocações extra, idas ao quarto de banho, entre outras. Nesta margem de segurança foi também considerada uma margem para férias e sábados uma vez que o laboratório opera também aos Sábados.

Tabela 7 - Margens de segurança na Pré Analítica

Margem de Segurança	Pré Analítica
Deslocações	30%
Férias	10%
Sábados	20%
Pausas	4%
Segurança	5%
Limpeza	0%
Idas ao quarto banho	3%
Telefone	10%
Total	82%

Na Tabela 7, são apresentadas as margens de segurança consideradas para este setor. Para o cálculo da Tabela 6, estas margens de segurança foram multiplicadas pelo tempo calculado na simulação da situação futura.

Por questões de espaço de escrita na presente dissertação, nas seguintes secções as tabelas equivalentes às Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7, serão apenas apresentadas em anexo.

4.3 Bioquímica

A Bioquímica apresenta-se como o setor *core* do laboratório onde é absorvida a maior parte do volume de entrada de amostras (mais de 6000 soros por dia) e é onde são feitas as

análises clínicas mais comuns. Assim, trata-se da área com maior necessidade de automatização do laboratório. Como referido anteriormente, o Laboratório X conta com uma cadeia automática que permite uma grande redução da força de trabalho necessária e, ainda, permite menores *Lead Times*.

Ora, não existiria qualquer dúvida relativa à existência da cadeia, visto que já foi anteriormente adquirida pela empresa, caso a cadeia atual tivesse capacidade para absorver o volume de trabalho necessário em tempo útil de trabalho diário. No entanto, na situação inicial, encontrava-se a 70% da sua capacidade produtiva o que, dado o incremento de aproximadamente 100%, torna inviável a utilização da atual cadeia e aponta para um novo dilema: Adquirir ou não uma nova cadeia com mais capacidade?

Após um estudo de mercado e das opções disponíveis para o novo volume de trabalho, limitou-se o espectro de opções a uma única: *Atellica Solution*, comercializada pela Siemens. Na Tabela 8 são analisadas as vantagens e desvantagens deste investimento.

Tabela 8 - Prós e contras relativos à compra da cadeia

Prós	Contras
Aumento da automatização do laboratório	Grande investimento
Redução de <i>Lead Times</i>	Impossibilidade de integração de alguns equipamentos periféricos na cadeia
Diminuição da força de trabalho necessária	Necessidade de um background com <i>know how</i> e experiência com equipamentos
Menor entropia no setor	
Software integrado de gestão de amostras e estatísticas	
Capacidade de absorção de eventuais aumentos de volume	
Não é necessário contratar mão de obra especializada	
Diminuição da dificuldade de calibração e controlo dos equipamentos	
Arquivo integrada para tubos à saída da cadeia	

Apesar do elevado custo de investimento, concluiu-se que seria necessária uma nova cadeia de forma a poder responder ao volume de chegada futuro do laboratório, uma vez que, para o número de doentes diários do laboratório o espaço necessário para uma solução que não automatize a movimentação de tubos entre máquinas neste setor, não é sustentável. Um exemplo desta insustentabilidade é o Laboratório Y que, com a atual solução implementada (sem automatismo), começa a não ter capacidade para dar vazão ao volume diário de trabalho.

Durante o período de recolha de fluxos e informação, foram ainda observadas as seguintes oportunidades de melhoria:

- Diminuição do tamanho e complexidade das listas de trabalho;
- Diminuição da distância entre os equipamentos periféricos;
- Diminuição da distância entre Pré Analítica e zona de entrada de tubos na cadeia;

- Grande complexidade no processo de calibração e controlo dos equipamentos no arranque diário do setor;
- Associar manutenção de equipamentos a trabalhadores específicos diariamente;
- Aumento da capacidade de trabalho para as análises de Imunologia, uma vez que, para o volume inicial, criavam-se filas de espera diariamente, atrasando o fim do dia e impactando o TAT.

Assim, dadas as oportunidades de melhoria observadas, desenhou-se o setor de Pré Analítica do laboratório futuro. Este *layout* pode ser observado na Figura 20.

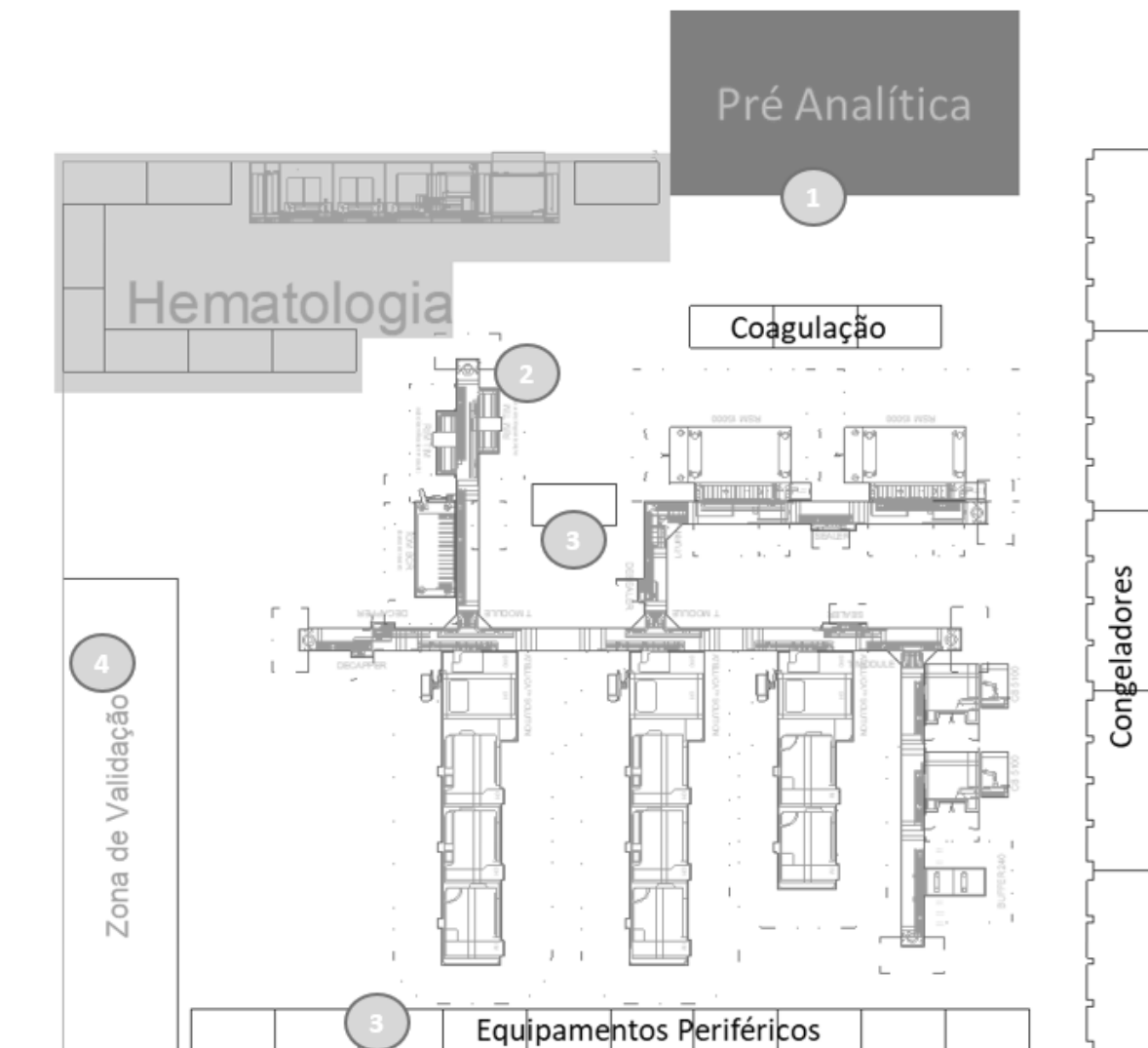


Figura 20 - Layout futuro da bioquímica

Para o dimensionamento deste setor, juntamente com as oportunidades de melhoria identificadas, foi também tido em consideração o fluxo do setor que pode ser observado no Apêndice A. O principal fluxo na Bioquímica consiste na saída do tubo da Pré Analítica (1), com destino à entrada da cadeia (2). Após terminar o seu percurso, o tubo tem dois destinos possíveis: arquivo automática na cadeia, caso não tenha nenhuma análise a fazer nos equipamentos periféricos e assim os resultados serão validados pelos técnicos na zona de validação (4) informaticamente ou, caso tenha ainda de ser analisado pelos equipamentos periféricos, o tubo sairá da cadeia com destino aos equipamentos periféricos requisitados (3) e

colocado novamente no final da análise na cadeia para arquivo. Em seguida, os resultados serão validados na zona de validação.

Concluindo, de forma a melhorar o fluxo de trabalho neste setor, implementaram-se as seguintes melhorias:

- Aquisição de uma cadeia com capacidade para volumes de trabalho superiores (2x superior para as análises de bioquímica e 3x superior para as análises de Imunologia);
- Inclusão de um módulo para arquivo automático de tubos na cadeia;
- Aumento da zona de validação, permitindo ter mais postos para validação, diminuindo o *Lead Time* de entrega de resultados;
- Encurtar a distância e dispersão dos equipamentos periféricos;
- Colocação dos equipamentos de coagulação perto da zona de Pré Analítica de forma a permitir entreajuda nos setores, uma vez que os tubos que se destinam aos equipamentos de coagulação, tratam-se de tubos específicos que apenas têm de ser colocados no equipamento e a análise dá-se de forma totalmente automática;
- Correções feitas ao LIS, juntamente com a equipa informática, que permitiram reduzir o tamanho das listas de trabalho e, consequentemente, o tempo despendido;
- Aumento da proximidade entre a entrada da cadeia com a Pré Analítica.

Através da implementação do novo layout juntamente com as melhorias no LIS, foi possível obter os seguintes ganhos de produtividade. É possível consultar os cálculos que levaram à obtenção destes ganhos nos Apêndice I e Apêndice J.

Tabela 9 - Ganhos de produtividade Bioquímica

	LABORATÓRIO X	LABORATÓRIO Y	SITUAÇÃO FINAL
VOLUME	100%	100%	200%
FTEs	6,5	9,5	8
GANHO DE PRODUTIVIDADE		+100%	

Na Tabela 9 é possível observar o ganho de produtividade obtido a partir do desenho e implementação das melhorias apresentadas. Este ganho de produtividade é conseguido a partir da realocação de FTEs a áreas ou departamentos da empresa que estejam em défice de trabalhadores.

4.4 Hematologia

A Hematologia apresenta-se como o setor com menor número de referências de análises e ainda com grande concentração em apenas três referências, ou seja, para além de ter poucas referências de análises, mais de 95% de todas as análises associadas a este setor concentram-se em apenas três referências (Hemograma, A1C e Velocidade de Sedimentação). Para além disto, todos os tubos de EDTA têm como destino final este setor do laboratório e são ainda os únicos tubos que se destinam ao setor.

O principal equipamento da Hematologia trata-se de uma cadeia que, mais uma vez, não terá capacidade para absorver o volume de entrada futuro. Assim, mais uma vez, foi avaliada a necessidade ou não deste equipamento. Na Tabela 10 pode-se consultar a tabela de Prós e Contras da aquisição de um novo equipamento destes.

Tabela 10 - Prós e Contras relativos à compra de uma nova cadeia

Prós	Contras
Aumento da automatização do laboratório	Grande investimento
Redução de <i>Lead Times</i>	Impossibilidade de integração de A1Cs e Velocidades de Sedimentação na cadeia
Diminuição da força de trabalho necessária	Não produz estatísticas
Menor entropia no setor	
Software integrado de gestão de amostras	
Capacidade de absorção de eventuais aumentos de volume	
Não é necessário contratar mão de obra especializada	

A semelhança da cadeia da Bioquímica, foi possível concluir que será necessária uma nova cadeia para este setor dado o grande volume de amostras que serão aqui analisadas e tendo também em conta a possibilidade de redução de mão de obra e de forma a poder dar resposta a todo o volume diário deste setor. Grande parte das discussões sobre este tema, incidiram também sobre o facto de fazer ou não sentido incluir nesta cadeia os equipamentos que realizam as análises de A1Cs e Velocidades de Sedimentação. No entanto, os fabricantes destes três equipamentos são diferentes, pelo que não foi possível conseguir uma solução integrada.

Durante o período de recolha de fluxos e informação relativos a esta área, foram observadas poucas oportunidades de melhoria, uma vez que este setor já é extremamente eficiente

- Necessidade de isolar o especialista em leitura de esfregaços, uma vez que, sendo a área *core* do laboratório um *open space* e este trabalho extremamente minucioso, o facto de ter constantes interrupções e distrações com o ruído, não lhe permitem obter máxima eficiência;
- Disposição dos equipamentos periféricos. Atualmente, os equipamentos A1Cs encontram-se relativamente afastados da saída da cadeia. Ora, tendo estas análises um grande volume associado (21% de todo o material que entra na Hematologia), faz sentido encontrarem-se à saída da cadeia;

Assim, dadas as oportunidades de melhoria observadas, desenhou-se o setor de Hematologia do laboratório futuro. Este *layout* pode ser observado na Figura 21.

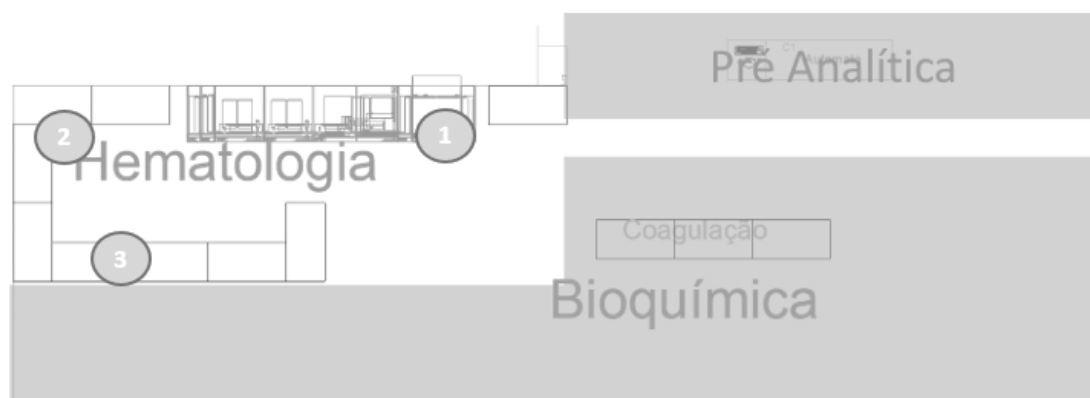


Figura 21 - Layout futuro da hematologia

O principal fluxo da Hematologia, como pode ser verificado no Apêndice B, consiste na entrada das amostras na cadeia para fazerem o hemograma (1), seguido da saída da cadeia com destino aos testes de velocidade de sedimentação (2) e por fim termina nos equipamentos A1C (3).

Assim, de forma a melhorar a performance do setor, aplicaram-se as seguintes melhorias:

- O posto de trabalho de especialista em esfregaços da Hematologia passa a ser dentro da zona de validação existente na Bioquímica, que vai lhe vai permitir ter uma maior concentração e consequentemente, maior produtividade;
- Rearranjar a disposição dos equipamentos que não foi possível integrar na cadeia, de forma a melhorar o fluxo.

Através da implementação do novo layout juntamente com as melhorias no LIS, foi possível obter os seguintes ganhos de produtividade. É possível consultar os cálculos que levaram à obtenção destes ganhos nos Apêndice K e Apêndice L.

Tabela 11 - Ganhos de produtividade hematologia

	LABORATÓRIO X	LABORATÓRIO Y	SITUAÇÃO FINAL
VOLUME	100%	100%	200%
FTEs	3.5	7	4.5
GANHO DE PRODUTIVIDADE		+130%	

Na Tabela 11 é possível observar o ganho de produtividade obtido a partir do desenho e implementação das melhorias apresentadas. Este ganho de produtividade é conseguido a partir da realocação de FTEs a áreas ou departamentos da empresa que estejam em défice de trabalhadores.

4.5 Microbiologia

A Microbiologia apresenta-se como o setor onde são tratados todos os produtos biológicos excetuando o sangue e fezes (sendo que aqui são também feitas algumas análises às fezes e sangue). Assim, os restantes produtos biológicos com urina (95% do total de urinas), expetorações, fluidos vaginais, espermatozoides, entre outros, têm como destino este setor.

Ora, como foi feito para todos os setores anteriores, numa fase inicial foi analisado quais seriam os processos desempenhados neste setor que teriam maior volume e quantidade de trabalho associados. Foi possível chegar à conclusão que o exame bacteriológico de urina

representava a maior parte do trabalho neste setor, pelo que se começou por analisar este processo.

Como referido anteriormente, os Laboratórios X e Y executam esta análise de formas diferentes. Assim, decidiu-se fazer um *benchmark* para perceber qual seria o processo mais económico. Na Figura 16, é possível observar os dois processos.

De forma a fazer o *benchmark* começou-se por listar todos os materiais utilizados em cada um dos processos. Na Tabela 12 é possível observar os materiais utilizados em cada um dos métodos.

Tabela 12 - Consumíveis do exame bacteriológico de urina das Empresa X e Y

Empresa X					
Processo	Consumíveis	Preço	Qnt	Preço Uni	%
Sementeira	CLED (Meio)	0,10 €	1	0,10 €	100%
	Gelose de Sangue	0,10 €	1	0,10 €	
	Ansa	0,02 €	1	0,02 €	
Isolamento	Ansa	0,02 €	1	0,02 €	5%
	MacConkey(Meio)	0,10 €	0,8	0,08 €	
	Gelose de sangue	0,10 €	0,2	0,02 €	
ID	Ponta	0,07 €	1	0,07 €	25%
	Matriz	0,12 €	1	0,12 €	
	Target	0,36 €	1	0,36 €	
Antibiograma	Painel Antibiogrma		1	4,75 €	25%
	Prompt (soro)		1		
	Tray Leads (tampas)		1		
	Inoculator Sets		1		
	Etiquetas (antibiograma)		1		
Empresa Y					
Processo	Consumíveis	Preço	Qnt	Preço Uni	%
Urinas II + Sed	Reagente	0,57 €	1	0,57 €	100%
Sementeira	CLED	0,10 €	0,5	0,05 €	45%
	Ansa	0,02 €	1	0,02 €	
Controlo de inóculo	CPS	0,78 €	0,3	0,19 €	20%
	Ansa	0,02 €	1	0,02 €	
Isolamento	MacConkey	0,08 €	0,3	0,02 €	8%
	Gelose de Sangue	0,02 €	0,3	0,01 €	
	Ansa	0,02 €	1	0,02 €	
ID	GNA	2,40 €	1	2,40 €	20%
	Tubo Vitek	0,01 €	1	0,01 €	6%
	Carta Vitek ID	4,68 €	1	4,68 €	1%
Antibiograma	Tubo Vitek	0,01 €	1	0,01 €	20%
	Meios	0,39 €	2	0,78 €	
	Discos	0,08 €	12	0,94 €	
	Tubo Vitek	0,01 €	1	0,01 €	

Em seguida, procedeu-se à contabilização do tempo necessário para realizar cada um dos procedimentos. Após registados os tempos procedeu-se ao cálculo do custo de cada um destes processos. Para calcular o custo, foi necessário partir de alguns pressupostos:

- O custo para a empresa de 1 FTE por ano equivale a 13 000€;
- No futuro, chegarão 250 000 exames bacteriológicos de urina por ano ao laboratório com base na procura atual conjunta dos dois laboratórios;

A partir destes pressupostos, calcularam-se os custos totais de cada um dos processos que podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 - Cálculo do custo dos processos do exame bacteriológico de urina

Processo	Custos Material		Tempo do Operador		Custo Operador		Custo Total	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Screening	-	0,50					0,000 €	0,505 €
Sementeira	0,22	0,03	00:00:20	00:00:09	0,03	0,02	0,252 €	0,046 €
Lâminas			-	00:00:02		0,00	0,000 €	0,003 €
Verificações			00:00:04	00:00:05	0,01	0,01	0,007 €	0,009 €
Isolamento	0,01	0,00	00:00:02	00:00:09	0,00	0,02	0,010 €	0,018 €
Triagens			00:00:02	00:00:14	0,00	0,02	0,003 €	0,024 €
Controlo do inóculo	-	0,25	-	00:00:03		0,01	0,000 €	0,255 €
ID	0,14	0,53	00:00:26	00:00:03	0,04	0,01	0,181 €	0,532 €
Antibiograma	1,19	0,39	00:00:16	00:00:37	0,03	0,06	1,215 €	0,455 €
Validações			00:00:35	00:00:18	0,06	0,03	0,060 €	0,030 €
Total	1,55	1,71	0:01:45	0:01:40	0,18	0,17	1,729 €	1,878 €

Assim, chegou-se à conclusão que o método da Empresa X é mais económico que o da Empresa Y. Esta diferença, assumindo um volume anual de 250 000, representaria uma poupança anual de 37 000€.

Observando a Figura 22, pode concluir-se que há certas partes do processo que são notoriamente mais caras do que as restantes. Na empresa Y, os quatro momentos críticos do processo são o *screening*, controlo do inóculo, ID (identificação) e antibiograma. Por outro lado, as partes críticas do processo da Empresa X são a sementeira, ID e antibiograma.

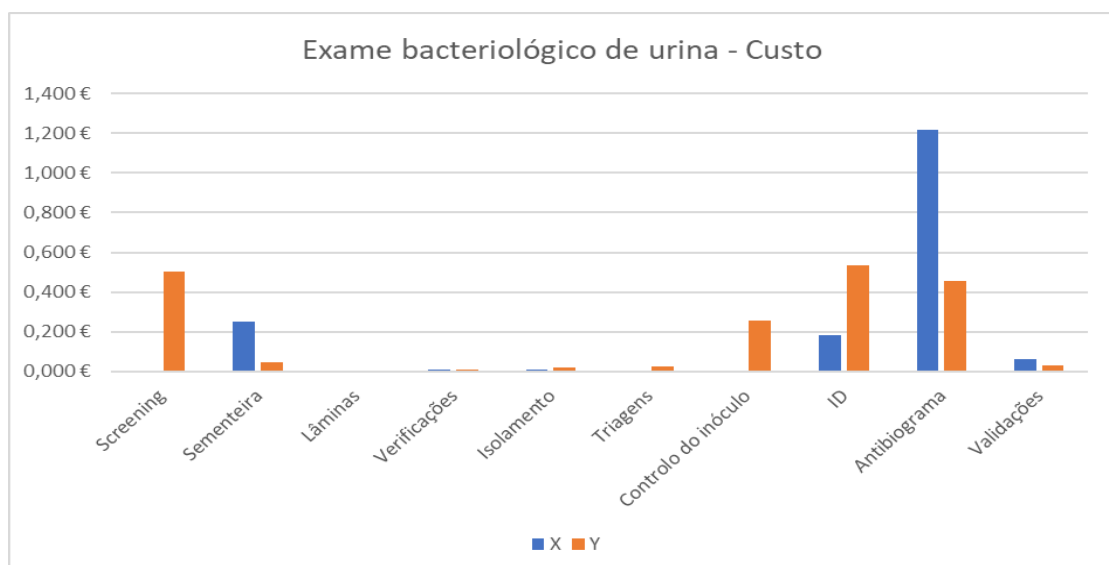


Figura 22 - Gráfico dos custos do Exame Bacteriológico de Urina

Chegou-se à conclusão que, no caso de se passar a proceder da forma que a Empresa X procede e trocar a forma de executar a sementeira para o método da Empresa Y se pode poupar anualmente 52 000€.

Por outro lado, as restantes análises realizadas neste setor seguem, na sua maioria, o mesmo fluxo que o exame bacteriológico de urina. No entanto, sendo exames a produtos biológicos diferentes, requerem condições de cultivo diferentes. Assim, cerca de 90% do volume dentro deste setor segue o mesmo fluxo, à exceção do momento da sementeira.

Durante o período de recolha de fluxos e informação relativos a esta área, foram observadas várias oportunidades de melhoria:

- Diminuição das deslocações dentro do setor, uma vez que estas correspondem, atualmente, a 35% do tempo de trabalho do técnico;
- Criar um fluxo contínuo de forma a eliminar exceções e retrabalho;
- Associar tarefas específicas a cada um dos técnicos de forma a diminuir deslocações e a probabilidade de erro;
- Zonas específicas para o fluxo de cada um dos processos;
- Falta de espaço para colocar tabuleiros com meios de cultura;

Assim, dadas as oportunidades de melhoria observadas, desenhou-se o setor de Microbiologia do laboratório futuro. Este *layout* pode ser observado na Figura 23.

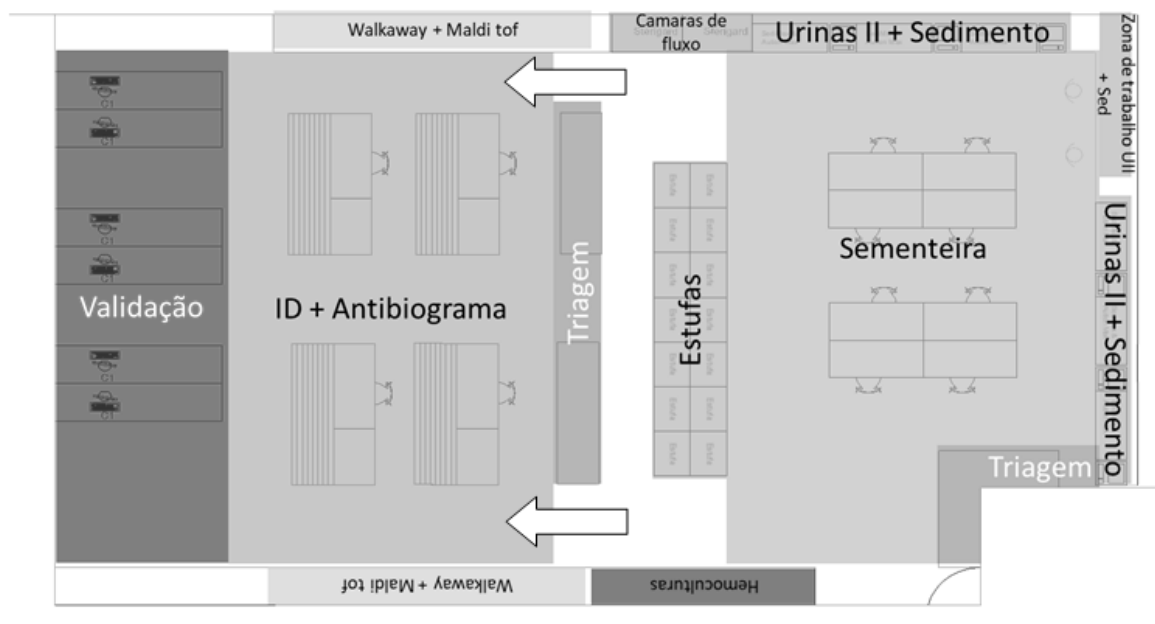


Figura 23 - Layout futuro da Microbiologia

Para o dimensionamento deste setor, foi também considerado o fluxo que pode ser observado no Apêndice C. Como já foi explicado anteriormente, os principais fluxos desta área consistem em três passos iguais para todos: sementeira, identificação+antibiograma e validação.

Assim, de forma a melhorar o fluxo de trabalho atual da microbiologia, desenharam-se as seguintes melhorias:

- Trabalho em células dedicadas a cada um dos passos para os diferentes processos, Na Figura 24 pode observar-se um exemplo das células de trabalho;

- De forma a não ter os tabuleiros com os meios de cultura dispersos em cima das mesas, incluiu-se um sistema de abastecimento frontal nos postos de trabalho da área de identificação e antibiograma;
- Desenhou-se um layout de forma a que o fluxo de matéria se dê sempre na mesma direção, de forma a reduzir a entropia nos processos;
- As medidas anteriores têm, ainda, como objetivo reduzir as movimentações dos técnicos, de forma a diminuir o desperdício e aumentar as suas produtividades.

Na Figura 24 podemos observar um exemplo da célula de trabalho da zona de antibiograma e identificação. Como podemos ver, o posto de trabalho consistiria numa zona de trabalho, que inclui uma zona para o material e consumíveis em curso, e duas estantes para consumíveis e meios de cultura com abastecimento frontal.

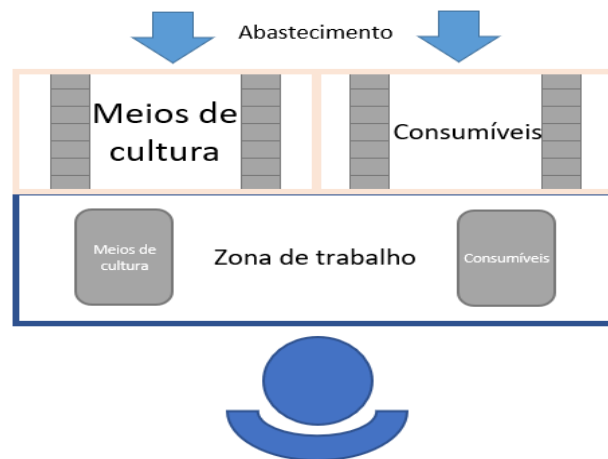


Figura 24 - Célula Microbiologia

Através da implementação das melhorias apresentadas no novo *layout* e juntamente com as melhorias implementadas LIS, foi possível obter os seguintes ganhos de produtividade. É possível consultar os cálculos que levaram à obtenção destes ganhos nos Apêndice M, Apêndice N e Apêndice O.

Tabela 14 - Ganho de produtividade da Microbiologia

	LABORATÓRIO X	LABORATÓRIO Y	SITUAÇÃO FINAL
VOLUME	100%	100%	200%
FTEs	11	7	13.5
GANHO DE PRODUTIVIDADE		+33,3%	

Na Tabela 14 é possível observar o ganho de produtividade obtido a partir do desenho e implementação das melhorias apresentadas. Este ganho de produtividade é conseguido a partir da realocação de FTEs a áreas ou departamentos da empresa que estejam em défice de trabalhadores.

4.6 Parasitologia, Urinas 24 e Triagem de urinas

A parasitologia apresenta-se como o setor onde são analisadas 90% das fezes que chegam ao laboratório. Neste setor, 90% do volume que entra tem apenas o objetivo de realizar o exame de pesquisa de sangue oculto (PSO). Este exame consiste simplesmente numa preparação seguida por uma análise executada na sua totalidade por uma máquina automática, no Laboratório X. Por outro lado, no Laboratório Y, este tipo de análises é processado de forma totalmente manual. Dado o baixo custo do equipamento para

automatização deste processo, devido à existência de um acordo entre o Grupo X e a empresa que comercializa estes equipamentos, optou-se por adquirir máquinas destas, de forma a automatizar o processo e obter níveis de eficiência mais elevados.

As restantes análises executadas pela Parasitologia têm dois momentos: preparação manual e análise manual. A análise manual requer mão de obra especializada uma vez que se torna necessária a observação de colónias ao microscópio. No entanto, o volume que chega a este setor que requeira uma análise manual não justifica a contratação de um técnico especialista nesta análise. Assim, de forma a evitar a contratação de um especialista, decidiu-se que as análises manuais requisitadas ao setor de parasitologia, deverão ser processadas pelos técnicos especialistas do setor da microbiologia, que têm preparação para realizar esta análise. Então, neste setor apenas passarão a ser realizados os PSO e a preparação manual de todas as outras análises.

Assim, dadas as alterações efetuadas ao setor de parasitologia, as secções de parasitologia, urinas 24 e triagem de urinas passam a ser três setores onde a formação necessária para proceder à análise dos produtos é muito reduzida, pelo que os trabalhadores em ambos os setores não necessitam de especialização. Para além disto, os três setores estão em contacto constante com o setor da microbiologia uma vez que existe trânsito de produtos entre eles. Então, dadas as similaridades entre as três áreas, optou-se por agregá-las num único setor, próximo da microbiologia, mas com uma separação física.

Começando pela parte da parasitologia, como já foi referido anteriormente, 90% do fluxo deste setor trata-se do PSO, que consiste numa preparação prévia e uma análise automática. Assim, o estudo do desenho deste setor focou-se na análise PSO. No estado inicial deste projeto, esta análise processava-se em fluxo unitário com dois trabalhadores numa linha de montagem. Foram observadas as seguintes oportunidades de melhoria:

- Tempo de processamento de um PSO demasiado curto para existência de uma linha de montagem;
- Distanciamento entre zona de trabalho e DIANA OC (equipamento que executa a análise automática dos PSOs);
- Falta de exaustão;
- Suportes para tabuleiros com produto

Quanto à triagem de urinas, como foi referido anteriormente, existem realidades diferentes em cada um dos laboratórios. No Laboratório X, foi atribuída uma zona específica para o tratamento dos tubos de urina que chegam, ao contrário do que acontece no Laboratório Y em que a triagem e tratamento são efetuados pelo técnico que analisará a amostra. Ora, após observar ambos os fluxos e com base em (Stankovic & DiLauri, 2007), optou-se por dar continuidade ao setor de triagem de urinas que existe no Laboratório X, que funciona como um setor de pré analítica de urinas.

Ainda relativamente à triagem de urinas, existem duas realidades de envio dos postos: envio de urinas já triadas (tubo e frasco) e envio de urinas por triar (apenas frasco). Ora, o tempo de processamento de um frasco de urina não triada é substancialmente superior ao processamento de um frasco de urina já triada, visto que o processamento destes consiste apenas na colocação numa *rack* e envio para o setor de destino. Assim, procedeu-se ao planeamento de formação dos funcionários dos postos de colheita para que todas as urinas passem a ser triadas na sua totalidade nos postos. Para além disto, foram detetadas as seguintes oportunidades de melhoria na triagem de urinas e urinas 24:

- Linha de produção muito comprida;
- Falta de organização e suportes para tabuleiros;

- Falta de leitores óticos para leitura de códigos de barras;

Após a recolha das oportunidades de melhoria de cada uma destas secções, procedeu-se ao desenho de uma solução para o *layout* futuro de ambos os setores, representado na Figura 25.

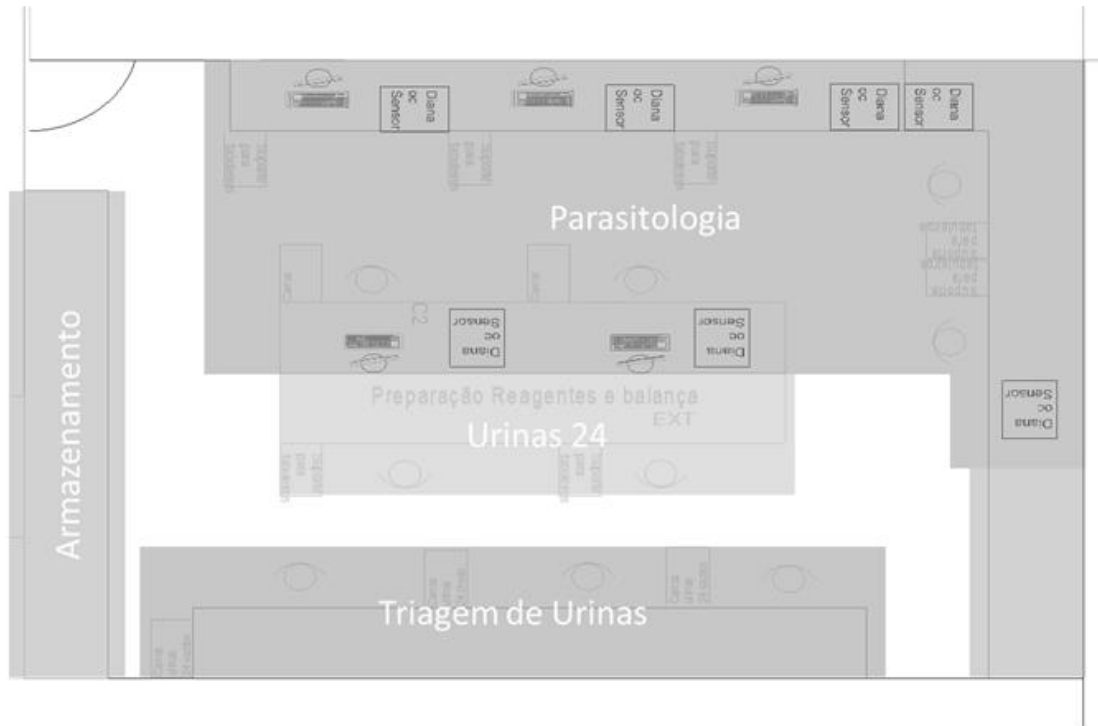


Figura 25 - Layout futuro da Parasitologia, urinas 24 e triagem de urinas

Para dimensionar este setor do laboratório, foi também tido em conta o fluxo representado no Apêndice E. Assim, foram consideradas as seguintes melhorias:

- Criação de células para o PSO, com o equipamento de análise, zona de trabalho e carrinho para suporte de tabuleiros;
- Sistema de exaustão adequado;
- Encurtamento da linha de urinas 24;
- Suportes adequados para tabuleiros de urina;
- Aquisição de leitores óticos suficientes e apropriados à curvatura dos tubos.

Através da implementação do novo layout juntamente com as melhorias no LIS, foi possível obter os seguintes ganhos de produtividade. É possível consultar os cálculos que levaram à obtenção destes ganhos no Apêndice P

Tabela 15 - Ganho de produtividade parasitologia, urinas 24 e triagem de urinas

	LABORATÓRIO X	LABORATÓRIO Y	SITUAÇÃO FINAL
VOLUME	100%	100%	200%
FTES	4	4	6
GANHO DE PRODUTIVIDADE		+33%	

Na Tabela 15 é possível observar o ganho de produtividade obtido a partir do desenho e implementação das melhorias apresentadas. Este ganho de produtividade é conseguido a partir

da realocação de FTEs a áreas ou departamentos da empresa que estejam em défice de trabalhadores.

4.6.1 Protótipo frasco triplo

Na maior parte das requisições de análises PSO, é pedido ao doente a colheita de três amostras de fezes em frascos separados. Ora, estando os frascos separados, grande parte dos doentes acaba por fazer a entrega das três amostras em momentos distintos. A análise PSO, trata-se de uma análise que no caso de ter de ser feita a três amostras distintas, pode ser realizada uma única vez com uma porção de cada uma das três amostras. No entanto, sendo que muitos doentes entregam as três amostras em momentos separados, de forma a não criar stock de matéria, o *standard* era realizar esta análise a todas as amostras que chegam, independentemente de serem uma, três ou seis.

Observada esta realidade, rapidamente se começou a estudar uma forma de evitar realizar estas análises três vezes mais vezes do que o necessário. Assim, foi criado um protótipo para que a colheita de fezes. Este protótipo consiste em três frascos típicos de colheita, conectados por braços rígidos, de forma a não permitir a separação das três amostras e obrigar à entrega de todas as amostras em conjunto.

Tabela 16 - Ganho de produtividade na Parasitologia após tubo triplo

	SEM FRASCO TRIPLO	SITUAÇÃO FINAL
VOLUME	200%	200%
FTEs	6	5
GANHO DE PRODUTIVIDADE	20%	

Na Tabela 16 pode observar-se o ganho de produtividade nos três setores no caso de ser implementado o protótipo do tubo triplo.

4.7 Triagem de urinas, segundos tubos e seroteca

Durante o desenho e discussão dos diferentes setores do laboratório futuro, surgiu uma série práticas desenvolvidas de forma diferente nas duas empresas. Nesta secção serão abordadas as que produziram maior impacto.

4.7.1 Triagem de urinas

A triagem de urinas é processada de forma diferente nas duas empresas. Como explicado no subsecção 3.3.6, o laboratório X utiliza frascos com um kit de extração de urina por vácuo. Na Figura 26, é possível ver uma imagem ilustrativa desse kit. À chegada da urina a este setor, no frasco, procede-se ao processo de triagem que consiste em colocar o tubo vazio no orifício respetivo e, automaticamente, será feita a passagem de urina do frasco para o tubo.

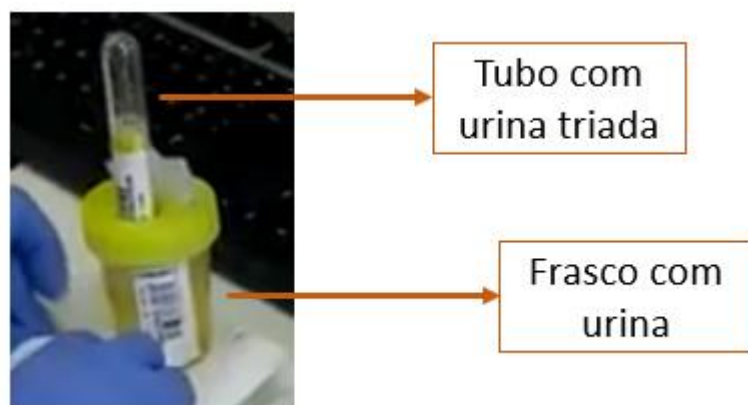


Figura 26 - Frasco e tubo de urina do Laboratório X

Por outro lado, no laboratório Y, não existem estes dispositivos, obrigado os trabalhadores a terem de verter a urina do frasco para o tubo. Dado o grande volume proveniente da fusão dos dois laboratórios, a capacidade de renegociação de contratos por parte do setor de aprovisionamento permitiu que a diferença de custo entre os frascos com este kit de extração por vácuo e os frascos normais, fosse nula, pelo que se optou pelos frascos com o kit de extração.

Ora, visto que este processo requer bastante tempo de trabalho, e que se trata de um processo que não acrescenta valor ao produto, tentou-se pensar numa solução de forma a evitar delegar trabalhos pouco especializados a técnicos de laboratório. Assim, pensou-se na possibilidade de a triagem de urinas passar a ser feita nos postos de colheita imediatamente após a colheita da urina, permitindo:

- Aliviar os técnicos do laboratório deste tipo de tarefas
- Deixar de ser necessário o envio dos frascos para o laboratório, sendo necessário apenas o envio dos tubos já triados

Estas medidas permitem a redução da força de trabalho no laboratório e, ainda, a libertação de espaço de armazenamento visto que deixariam de ser recebidos os frascos de urina no laboratório. Na Tabela 17 é possível verificar a redução do tempo de trabalho e aumento de produtividade neste setor a partir da implementação desta medida.

Tabela 17 - Ganho de produtividade a partir da triagem nos postos

Tempo de triagem	00:00:07
Número de urinas por dia (médio)	2400
Tempo de trabalho de triagem diário	04:40:00
Redução de FTEs	0,6

4.7.2 Segundos tubos

Os segundos tubos consistem na colheita de um tubo extra de sangue no caso de alguma das análises requisitadas pelo médico ao doente ser:

- Marcador vírico (por exemplo: HIV)
- Marcador tumoral (por exemplo: PSA)
- Análises calendarizadas, ou seja, análises que não são feitas diariamente no laboratório e que, por isso, são armazenadas até à data de execução das análises (por exemplo: Imunofluorescência)

- Análises requisitadas ao exterior, ou seja, análises que não são processadas pelo laboratório e que são enviadas para um laboratório parceiro para execução das mesmas (por exemplo: Metanefrinas)

A maioria das requisições de análises contém mais do que uma análise a realizar e, por isso, quando está incluída uma das análises acima descrita na lista requisitada, é colhido um segundo tubo para melhorar o fluxo do laboratório, no caso das análises calendarizadas e para o exterior. No caso dos marcadores víricos e tumorais, é colhido um segundo tubo com o objetivo de os adicionar à seroteca. Em ambas as situações, colhe-se o segundo tubo para que seja melhorado o fluxo e não ter de esperar que as análises à amostra sejam concluídas para as colocar na seroteca, congelar ou enviar para o exterior.

No entanto, apesar de possivelmente melhorar o fluxo do laboratório, a colheita de um tubo extra tem um custo associado. Assim, foi feita uma análise relativa à colheita de um segundo tubo. Na Tabela 18 pode observar-se os prós e contras do segundo tubo.

Tabela 18 - Prós e contras da existência de segundo tubo

Prós	Contras
Redução do <i>Lead Time</i>	Maior custo associado
Redução na entropia de fluxos	Maior volume de sangue recolhido do doente
Maior capacidade de <i>input</i> com menos saídas da cadeia	Necessidade de formação nos postos
Melhor standard global de operação	
Maior controlo do processo	

Devido ao preço acrescido da existência de um segundo tubo, fez-se ainda uma análise ao custo anual desta alternativa, Tabela 19.

Tabela 19 - Análise do custo do segundo tubo

Custo 2º tubo	
Preço de um tubo	0.081 €
Número de 2º tubos/mês	38 487
Número de 2º tubos/ano	461 848
Custo anual	37 410 €

Após apresentadas as vantagens e desvantagens e análise do custo relativo à existência de um segundo tubo, optou-se por passar a colher apenas um tubo nestas situações, de forma a reduzir custos.

4.7.3 Seroteca

No seguimento da subsecção 4.7.2, surge uma oportunidade de melhoria na seroteca. Como explicado anteriormente, a seroteca consiste num arquivo frio de colheitas de sangue que podem vir a ser necessários no futuro para repetição de análise. Não se trata de uma obrigatoriedade para os agentes deste mercado, mas sim uma boa prática. No estado inicial do projeto, a seroteca encontrava-se subdimensionada. Todos os tubos armazenados eram deixados nos congeladores até serem os mais antigos no arquivo e consequentemente retirados e dispensados. Assim, não era feita nenhuma diferenciação entre os tipos de análise armazenadas.

Como consequência, e uma vez que no laboratório futuro não havia muito espaço destinado à colocação de congeladores, propôs-se um estudo às análises que se destinavam a este arquivo, de forma a perceber se de facto haveria necessidade de arquivar todas estas amostras ou não e ainda se era possível segmentar os tipos de análises e associá-las a tempos.

Rapidamente se chegou à conclusão de que o número de análises a arquivar era excessivo, uma vez que não era necessário o arquivo de todas as análises que seguiam para arquivo na situação inicial, e que poder-se-ia também segmentar as mesmas e atribuir-lhes diferentes tempos de arquivo.

Numa fase inicial, no Laboratório X, existiam apenas 8 congeladores. Após feitos os cálculos, chegou-se à conclusão que, segundo os *standards* anteriores, seria apenas possível o arquivo durante pouco mais do que 4 meses. Assim, decidiu-se segmentar os tipos de análise que vão para a seroteca, atribuindo-lhes diferentes tempos de arquivo:

- Marcadores tumorais e víricos → Seroteca de 6 meses
- Análises calendarizadas e enviadas para o exterior → Seroteca de 1 mês

Em seguida, calculou-se quantos congeladores seriam necessários no novo laboratório, após ser aplicada esta segmentação e mantendo as mesmas referências de análises com destino à seroteca.

Tabela 20 - Cálculo do número de congeladores necessários após segmentação de análises

Dados	
Quantidade de tubos/ <i>rack</i>	90,0
<i>Racks</i> /Tabuleiro	7,0
Tabueiros/Congelador	28,0
Tubos de 6 meses/dia	2041,2
Tubos de 1 mês/dia	226,8
Número de <i>Racks</i> 6 meses/dia	22,7
Número de <i>Racks</i> 1 mês/dia	2,5
Seroteca de 1 mês	
Número de tabuleiros/dia	0,4
Tempo de arquivo necessário	1,0
Número de Congeladores	0,3
Seroteca de 6 meses	
Número de tabuleiros/dia	3,2
Tempo de arquivo necessário	6,0
Número de Congeladores	18,1
Número total de congeladores necessários	19,0

Dado o número de congeladores necessários no novo laboratório, calculado na Tabela 20, conclui-se que era necessário rever as análises com destino à seroteca, de forma a diminuir o espaço necessário. Por fim, calculou-se o número de congeladores necessários, dadas as alterações efetuadas, ver

Tabela 21.

Tabela 21 - Cálculo do número de congeladores necessários após revisão e segmentação da lista de análises

Dados	
Quantidade de tubos/ <i>rack</i>	90,0
<i>Racks</i> /Tabuleiro	7,0
Tabueiros/Congelador	28,0
Tubos de 6 meses/dia	1400,0
Tubos de 1 mês/dia	400,0
Número de <i>Racks</i> 6 meses/dia	15,6
Número de <i>Racks</i> 1 mês/dia	4,4
Seroteca 1 mês	
Número de tabuleiros/dia	0,6
Tempo de arquivo necessário	1,0
Número de Congeladores	0,6
Seroteca 6 meses	
Número de tabuleiros/dia	2,2
Tempo de arquivo necessário	6,0
Número de Congeladores	12,4
Número total de congeladores necessários	13,0

Desta forma, foi possível reduzir em 32% o volume ocupado pela seroteca, aumentando o espaço disponível para outros setores do laboratório.

4.8 Síntese

Como referenciado na subsecção 4.2, não foram apresentados nas secções seguintes os dados que permitiram validar os resultados obtido devido a falta de espaço na presente dissertação. No entanto, é possível consultá-los nos anexos respetivos.

Apesar de algumas das soluções apresentadas neste capítulo não ter terminado a sua fase de implementação devido a atrasos causados pelo mau tempo na construção do laboratório, todas foram simuladas em contexto real de forma a recolher dados e validar as soluções propostas. Com base nos cálculos efetuados, pode concluir-se que a produtividade do laboratório sofrerá um aumento de cerca de 60%.

Para além disto, durante após a implementação das melhorias apresentadas e também durante as simulações das que não estão ainda totalmente implementadas, a satisfação dos técnicos e diretores do laboratório foi notória o que facilitou todas as implementações e simulações seguintes.

No Apêndice H é possível observar o Layout final do laboratório futuro.

5 Conclusão

De forma a responder a um período de crise que afetou todo o tecido empresarial português, incluindo o mercado de análises clínicas que sofreu grandes cortes na comparticipação de análises clínicas pelo Estado Português, seguiu-se um período de aquisições e fusões.

Neste cenário, e após uma fase de concentração do mercado em dois grandes *players*, surgiu a oportunidade de aquisição de um deles (Empresa Y) por parte do outro (Empresa X). Esta concentração num único *player*, responsável por cerca de 80% do mercado no Norte do país, possibilita, naturalmente, desfrutar de sinergias.

Num universo com duas empresas com *modus operandis* tão distintos e uma realidade muito descentralizada, a concentração de produção num único local, desfrutando de economias de escala e maior automatização, permite responder à procura com maior qualidade, custos mais reduzidos e, assim, aumentar o lucro da empresa e as regalias associadas à redução do opex¹⁴ um vez que o Grupo X segue o formato de capital de risco em que o aumento do EBITDA¹⁵ de cada uma das empresas resulta em bonificações para a sua direção.

Assim, a Empresa X, em parceria com o Instituto Kaizen, numa primeira abordagem à potencialização das sinergias, decidiu avançar com a centralização dos dois principais laboratórios do conjunto Empresa X e Y, uma prática já efetuada em momentos passados com resultados de eficiência e produtividade comprovada (Garcez, 2012). Ao Instituto Kaizen foi atribuído o projeto de melhoria dos laboratórios clínicos, tendo por base a racionalização de custos e otimização dos recursos disponíveis.

A partir da informação recolhida numa fase inicial, foi possível confirmar a existência de problemas e oportunidades de melhoria presente em cada um dos setores. Estas oportunidades foram obtidas a partir da informação recolhida durante o levantamento da situação inicial que permitiu compreender onde existiam:

- Tarefas que não acrescentam valor ao produto e desnecessárias – podem ser eliminadas do processo;
- Tarefas que não acrescentam valor ao produto e necessárias – poderão, eventualmente, ser desempenhadas por trabalhadores com menor especialização;
- Tarefas que acrescentam valor ao produto – devem ser mantidas e criadas as melhores condições possíveis para o rápido desempenho das mesmas.

¹⁴ Opex – *Operational Expenditure* trata-se do capital utilizado para manter ou melhorar os bens físicos de uma empresa, tal como trabalhadores.

¹⁵ EBITDA – *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization* trata-se de um indicador muito utilizado para a avaliação de empresas de capital de risco.

Dado que já anteriormente foram desenvolvidos trabalhos pelo Instituto Kaizen com a Empresa X, a diferença de organização entre os Laboratórios X e Y era notória. No entanto, apesar desta diferença na organização, o Laboratório Y apresentava fluxos de processamento de análises extremamente eficientes que quase conseguiam igualar a produtividade do Laboratório X apesar da falta de automação e organização.

5.1 Compreensão dos resultados

Com o objetivo de atingir o ideal *Lean* suportou-se a presente dissertação no sistema de TFM integrado na metodologia *Kaizen*.

Por forma a atingir o estado mais próximo possível do ideal pretendido, definiu-se o seguinte plano de ação durante o projeto:

- Levantamento do estado inicial a partir de fluxogramas e diagramas esparguete e detetar oportunidades de melhoria;
- Com base nas oportunidades de melhoria recolhidas, desenho de uma solução melhorada para o *layout* do novo laboratório integrando os maiores laboratórios de cada uma das estruturas empresariais;
- Planeamento e implementação da solução definida anteriormente;
- Monitorização e manutenção da solução implementada.

De acordo com os objetivos iniciais do projeto e após o levantamento do estado inicial e oportunidades de melhoria procedeu-se à fase de desenho, planeamento e implementação.

Segundo (Daniel & Metcalf, 2001), uma das questões mais relevantes durante processos de fusão é: Onde é que as pessoas se encaixam durante e depois do processo? Tanto para fazer o levantamento do estado inicial como a implementação das melhorias propostas, depois do apoio da direção da empresa, considera-se essencial o apoio dos técnicos e colaboradores do laboratório, já que apenas através deles é possível obter o detalhe da operação e validar as propostas desenhadas. Por isto, foi necessário motivar os colaboradores a cooperarem e a participar na criação de uma visão de futuro de maior eficiência. Para além disto, as mudanças estruturais provocadas nos seus postos de trabalho e mudança de local de trabalho podem causar problemas internos derivados de inseguranças causadas pela incerteza da continuidade do seu posto de trabalho que deverá ser utilizada para motivar os trabalhadores a participar neste projeto. Segundo (Dale Carnegie, 2018) de forma a motivar os trabalhadores para este tipo de mudanças, é importante fazer as outras pessoas sentirem-se relevantes para o projeto, de forma a atingir os objetivos pretendidos mais rapidamente e com ajuda dos colaboradores.

Assim, juntamente com todos os trabalhadores e direção, foi possível cumprir os seguintes objetivos:

- Centralização: Desenho de um novo laboratório com um *layout* melhorado;
- *Framework* de integração;
- Melhoria dos serviços associados;
- Manutenção do TAT;
- Aumento da produtividade

Para além dos objetivos propostos para a presente dissertação, rapidamente se compreendeu que o LIS tinha grande influência em todos os processos do laboratório pelo que, em conjunto com outros consultores a trabalhar noutras frentes do projeto de centralização das duas empresas, em especial na faturação, se fez um levantamento da

situação inicial do LIS (apresentado na secção 3.2), seguido de um levantamento das oportunidades de melhoria, que no âmbito da presente dissertação correspondiam a melhorias a nível dos fluxos do laboratório, apresentadas nas secções do capítulo 4, procedendo-se à sua implementação no novo sistema.

A partir das metodologias e ideais perseguidos e do trabalho desenvolvido na empresa e da centralização do maior laboratório de cada uma das Empresas X e Y, conseguiram-se obter elevadas melhorias nos fluxos e processos, provocando um aumento de produtividade de cerca de 60%, o que representa uma poupança anual superior a 700 000 € nos encargos com pessoal e custos de matéria prima.

Ainda assim, durante todas as fases do projeto houve fatores e situações que prejudicaram o avanço planeado do projeto que devem ser considerados:

- Atrasos comuns na construção causados pelas condições atmosféricas;
- Devido à política agressiva de *Mergers and Aquisitions* (M&A) seguida pelo Grupo, continuam a existir muitas aquisições em *pipeline* o que no decorrer do projeto reduziu a disponibilidade de membros chave do Grupo para a tomada de decisões;
- Dificuldade na tomada de decisões devido há existência de 2 líderes de laboratório.

Por outro lado, apesar dos aspetos incontornáveis, na realidade do Grupo X, apresentados no parágrafo anterior, houve outros fatores que ajudaram no decorrer do processo que devem também ser considerados:

- Proximidade entra a direção e a equipa de projeto;
- Os atrasos que ocorreram trataram-se de situações incontroláveis;
- A Empresa X já apresentava uma cultura *Lean* incorporada que facilitou o desenho e implementação das soluções propostas.

Deve ainda ser tido em conta que os resultados obtidos têm algumas limitações que não são referidas no corpo da dissertação. Na eventualidade de não ser possível realocar noutras áreas da empresa os trabalhadores que deixarão de ser necessários no laboratório, ter-se-á de proceder ao termino de alguns contratos que acarretará custos para a empresa. De qualquer forma, existem muitos técnicos em final de carreira pelo que neste caso se esperará pela sua aposentação. Para além disto, nos aumentos de produtividade apresentados nos diversos setores do laboratório estão incluídos os ganhos de produtividade naturais em processos de centralização. Deve também ser considerado que processos de centralização têm, logicamente, desvantagens que não estão consideradas na presente dissertação.

Assim, e em tom de conclusão, é possível afirmar que, apesar de ainda não terem sido implementadas algumas das melhorias pretendidas, por atraso do projeto, tudo indica que as previsões e simulações feitas se irão cumprir e que, as metodologias utilizadas para atingir os objetivos do projeto foram apropriadas e que promoveram a melhoria operacional da empresa. Todos os trabalhadores, direção da empresa e colaboradores do KI ficaram satisfeitos com os resultados obtidos e pretendem continuar em busca do ideal *Lean* em conjunto.

O atual processo de centralização e o respetivo benefício será agora desmultiplicado ao nível do grupo noutros ramos de atividade o que comprova o benefício associado ao projeto.

5.2 Trabalhos futuros

Neste projeto, está também incluído o desenho e dimensionamento do armazém de suporte ao laboratório e postos de colheita. No entanto, tempo disponível para a realização da

dissertação não permitiu iniciar este projeto pelo que deverá ser concluído no futuro. De qualquer forma, deve ser deixada aqui uma nota para o dimensionamento do armazém.

Os produtos do armazém têm dois destinos possíveis: postos de colheita e laboratório. O abastecimento de material consumível ao laboratório, de forma a diminuir a quantidade de trabalho não especializado dos técnicos de laboratório, deverá ser feito através de um *Mizusumashi*¹⁶. Para o dimensionamento do trabalho deste trabalhador deverão ser definidos:

- A quantidade diária necessária de consumíveis em cada posto de trabalho;
- Margens de segurança para que o material necessário por posto de trabalho não seja insuficiente e obrigue o técnico a abastecer o stock sozinho;
- Uma rota para o *Mizusumashi* abastecer cada um dos postos;
- O número de rotas do *Mizusumashi* por dia.

Para além disto, o armazém deverá ser constituído pelos seguintes espaços com dimensões por definir:

- Zona de receção de encomendas;
- Zona de expedição;
- Postos para emissão de guias de transporte;
- Armazém avançado para abastecer postos de colheita;
- *Stock* ao solo, que será composto por material com grandes dimensões e com grande rotatividade, próximo da zona de saída;
- Estantes para *picking* ao solo, para produtos de menor dimensão e grande rotatividade e também *picking* em altura para produtos com menor rotatividade.

Para além disto, pode ainda ser desenvolvido um algoritmo *pull* para a gestão de encomendas do armazém com base em previsões de procura futura. De forma a definir para este algoritmo quais as referências que devem ser *make to stock*¹⁷ ou *make to order*¹⁸. Para isto, deve ser feita uma análise ABC¹⁹, de forma a quantificar o volume necessário de cada uma das referências e, ainda, numa análise XYZ²⁰, de forma a classificar a frequência de saída de cada um dos produtos.

A Empresa X já revela alguns traços na sua cultura de autonomia realização de práticas 5 S's. No entanto, deverão ser criadas condições para a melhoria e alargamento destas práticas que poderão ser proporcionadas através da implementação do Kaizen Diário.

O sucesso do trabalho desenvolvido pode ainda abrir portas ao desenvolvimento de projetos semelhantes e aplicação dos mesmos conceitos noutras áreas de diagnóstico da empresa como a imagiologia ou genética. Pode também, noutra escala, ser considerada a implementação destes conceitos nas filiais do Grupo X noutros países.

¹⁶ Palavra japonesa associada a um facilitador da logística interna. Em ambiente industrial este trabalhador corresponde à pessoa que leva do armazém o material necessário à produção e o coloca no respetivo posto de trabalho.

¹⁷ *Make to stock* remete para as referências que se pretende que estejam sempre disponíveis em *stock*.

¹⁸ *Make to order* remete para as referências que não se pretende que estejam sempre disponíveis em *stock*, em que apenas quando surgir a necessidade de as utilizar deve ser feita uma encomenda.

¹⁹ Análise do consumo de cada uma das referências por quantidade

²⁰ Análise do consumo de cada uma das referências por frequência

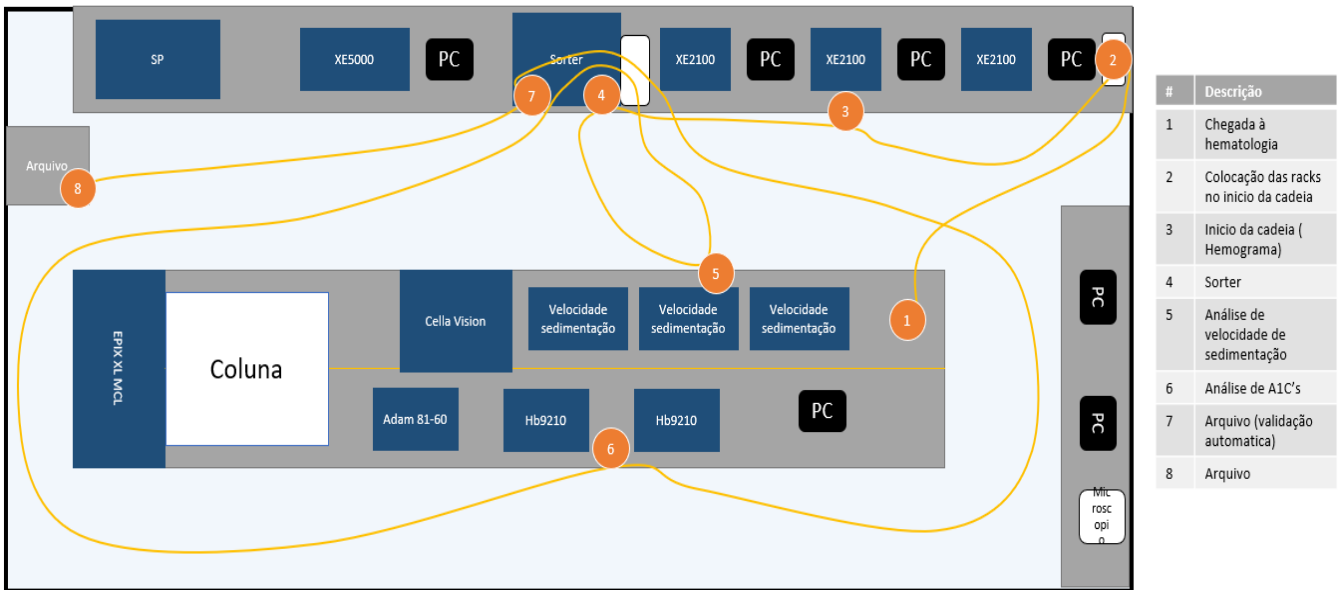
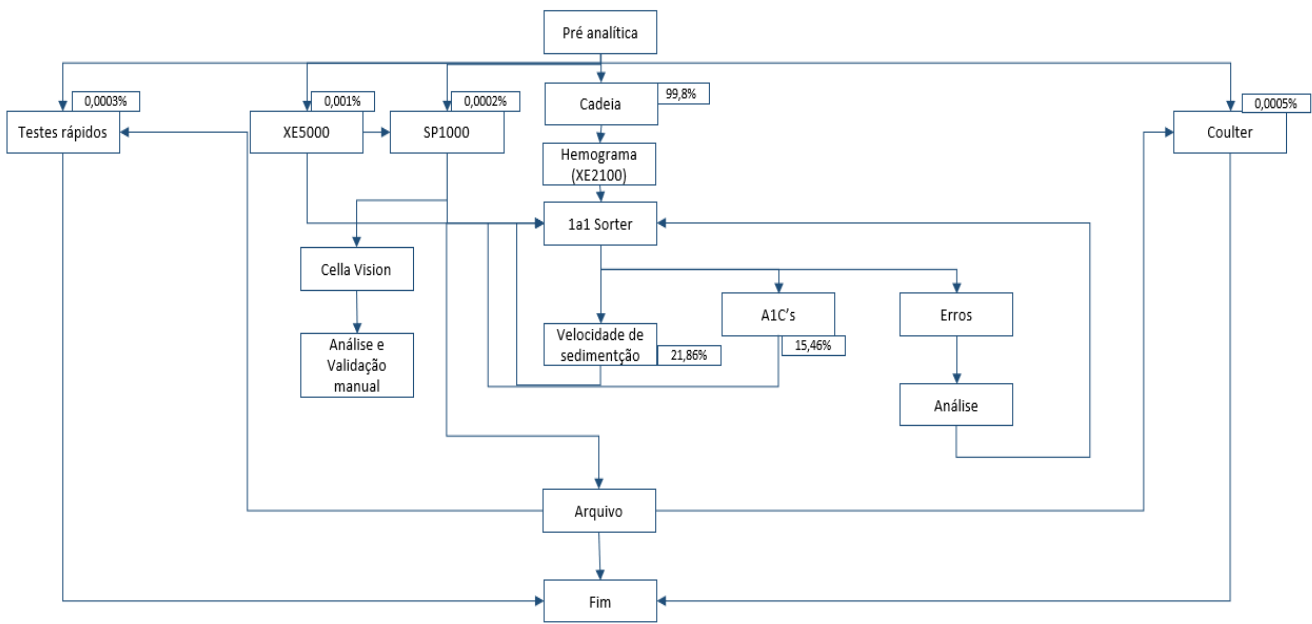
Referências

- Baht, 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).
- Dale Carnegie. (2012). *How to Win Friends and Influence People*. Ebury Publishing.
- Daniel, T. A., & Metcalf, G. S. (2001). *The Management of People in Mergers and Acquisitions*. Greenwood Publishing Group.
- Garcez, D. (2012). *Kaizen Lean em Laboratórios de Análises Clínicas*. Porto.
- GrandViewResearch. (2018). *In Vitro Diagnostics (IVD) Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product, By Application, By Technology (Clinical Chemistry, Molecular Diagnostics, Coagulation, Microbiology), By End User, And Segment Forecasts, 2013 - 2022*. Grand View Research.
- Graupp, P., & Wrona, R. J. (2015). *The TWI Workbook: Essential Skills for Supervisors, Second Edition*. New York: Productivity Press.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2ª ed.). New York City: McGraw-Hill.
- Jornal de Notícias. (2008). Análises Clínicas: Mercado em risco de ainda maior concentração com novos cortes nas convenções. *Jornal de Notícias*. <https://www.jn.pt/sociedade/interior/analises-clinicas-mercado-em-risco-de-ainda-maior-concentracao-com-novos-cortes-nas-convencoes-1007152.html>
- Joseph, T. P. (2006). *Design a lean laboratory layout*.
- Kaizen Institute. (2017). *Kaizen Business Model*. Porto: Kaizen Institute.
- SOL. (2017). Saúde. Setor de análises clínicas regista crescimento. SOL. <https://sol.sapo.pt/artigo/545602/sa-de-setor-de-analises-clinicas-regista-crescim>
- Stankovic, A. K., & DiLauri, E. (2007). *Quality Improvements in the Preanalytical Phase: Focus on Urine Specimen Workflow*. Elsevier Inc.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York: Free Press.

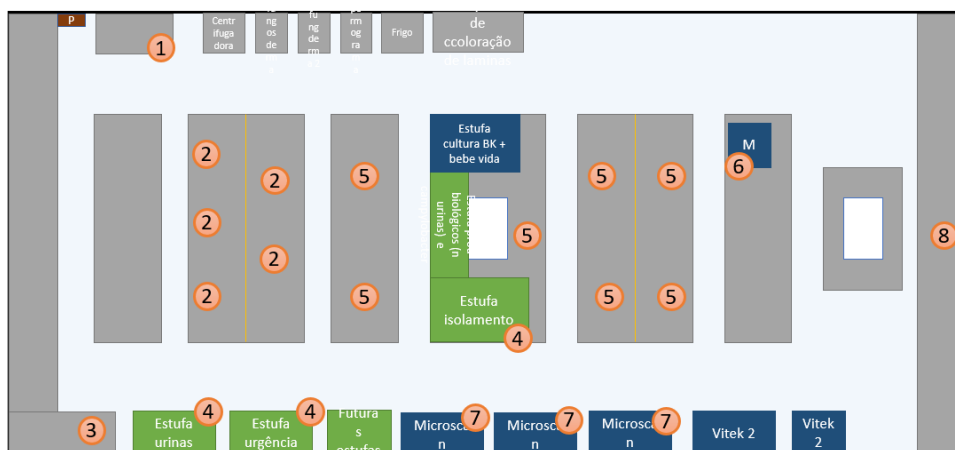
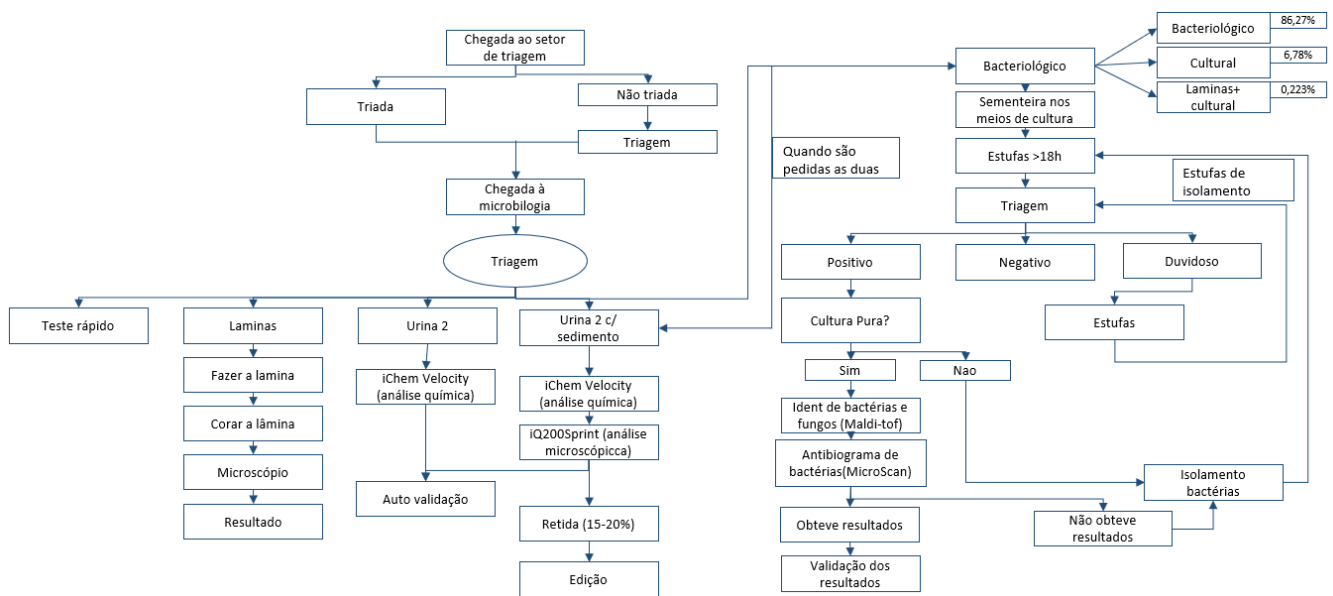
Apêndice A Exemplo da recolha de tempos

#	Área	Tarefa	Tempo Operador	Tempo Maquina	% Total
1	Sementeira	Recolha de tubos	-	-	100%
		Homogeneizar	00:00:20	-	100%
		Leitura Scanner			
		Colar etiquetas			
		Semeteira Cled			
		Sementeira H100			
		Arrumação Tuboi			
		Arrumação Meios			
		Fazer lote de 50			
		Arrumação na estufa	00:00:01	-	100%
2	Estufa	Estufa	-	18:00:00	100%
3	Retirar da estufa	Retirar estufa	00:00:01	-	100%
4	Triagem	Verificação	00:00:04	-	100%
5	Validação	Verificação Positivos	00:00:00	-	20%
		Verificação Duvidosos + Val duvidosos negativos	00:00:19	-	52%
		Validação negativos	00:00:31	-	28%
6	Estufa	Regresso à estufa	00:00:01		80%
7	Isolamento Bactérias	Identificar colónia	00:00:47	-	5%
		Repicar colonia com a ança			
		Sementeira no meio			
		Espalhar com nova ança			
8	Identificação bactérias e fungos	Inoculação de bactérias	00:01:33	-	25%
		Apanhar Ponta	00:00:08	-	
		Pipetar Matriz			
		Pipetar Target			
		Por ponta ao lixo tipo 3			
		Colocar Target no Maudi tof			
9	Maudi tof	Maudi Tof	-	00:30:00	25%
10	Antibiograma	Passaar no scanner	00:01:05	-	25%
		Repicar colonia com Wand			
		Inocular			
		Tapar painel antibiograma com tampa			
11	Walkaway 2000	Antibiograma	-	18:00:00	25%
12	Validação	Validação Positivos Finais	00:01:10	00:00:00	25%

Apêndice B Fluxograma e diagrama esparguete da Hematologia

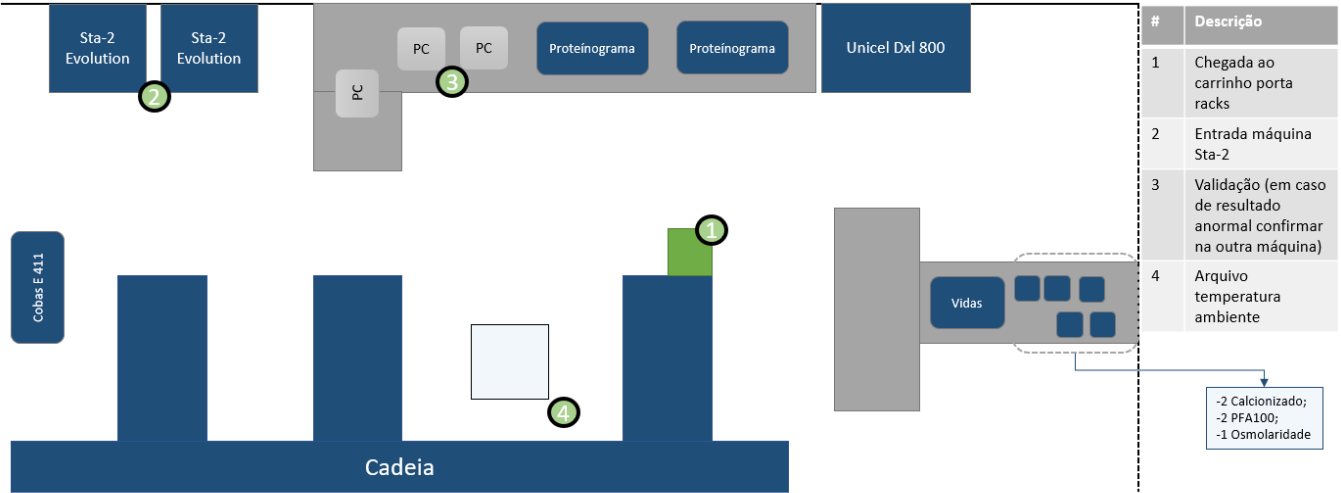
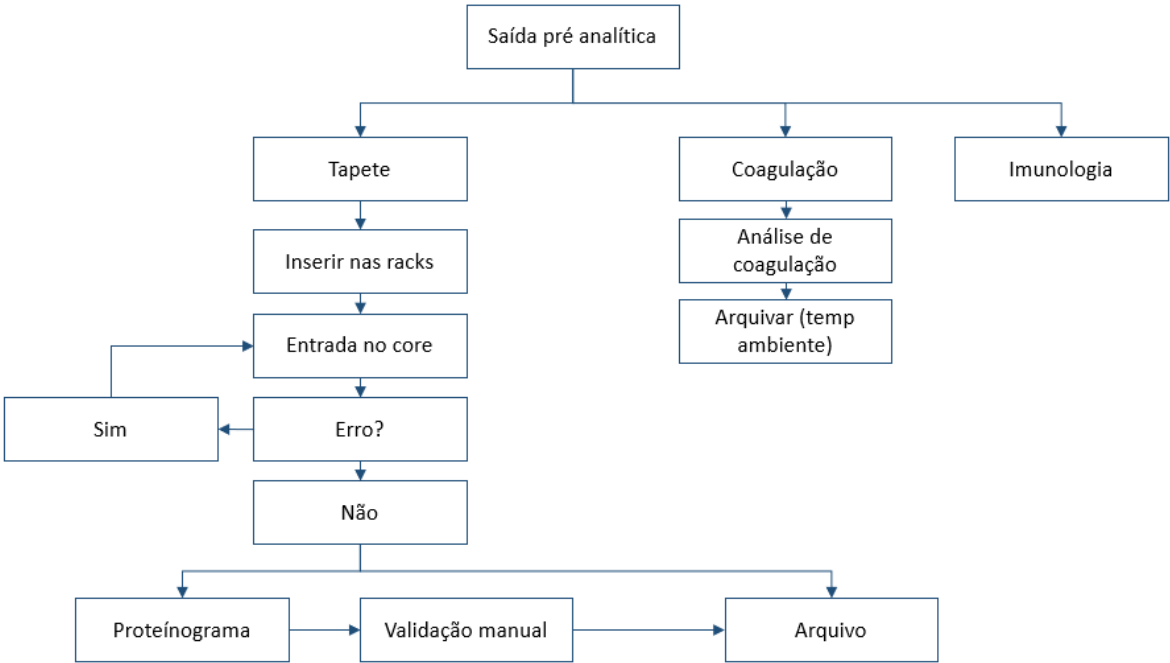


Apêndice C Fluxograma e diagrama esparguete da Microbiologia

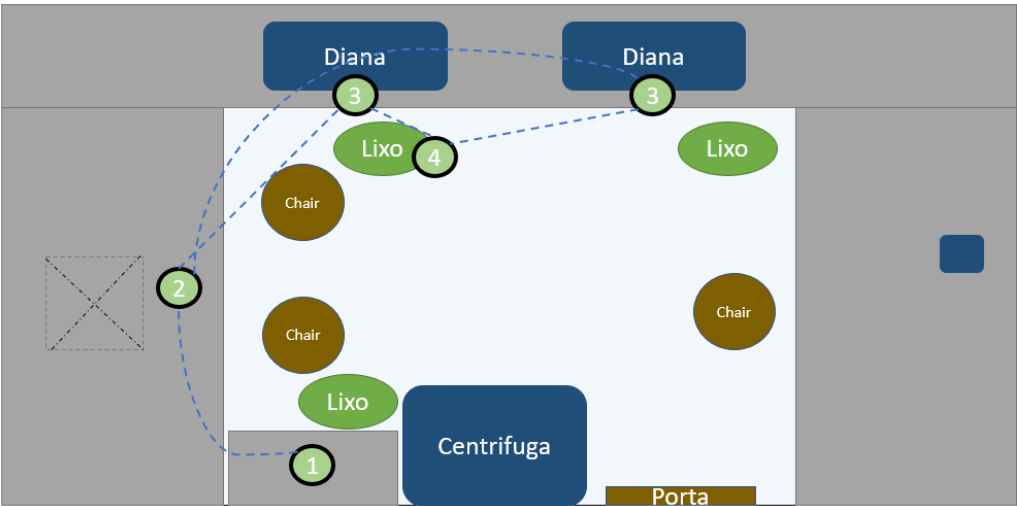
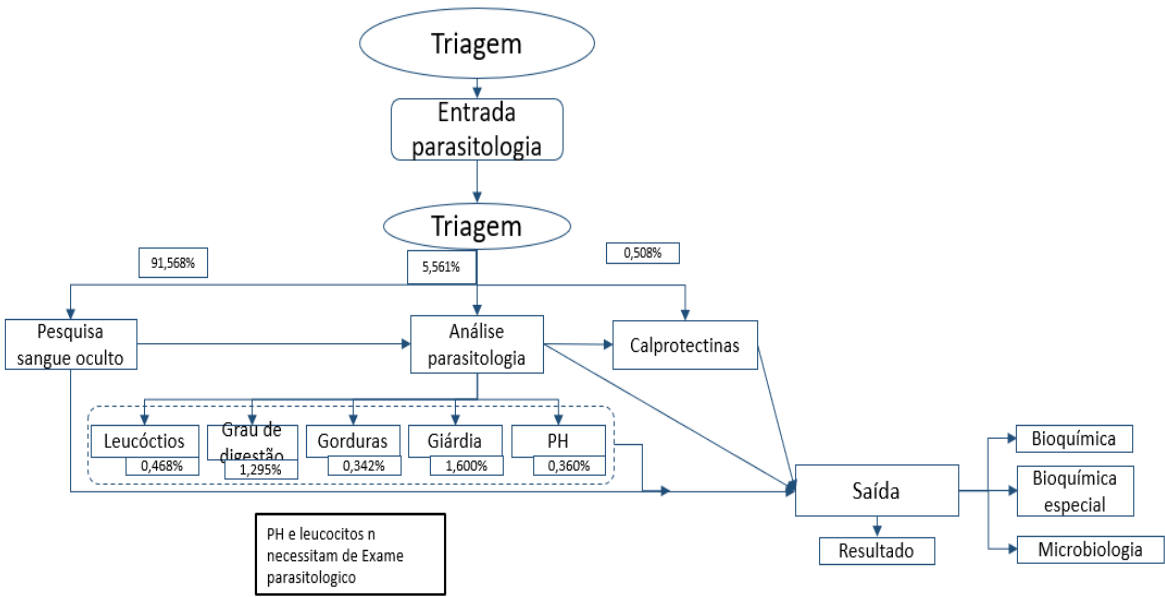


#	Descrição
1	Triagem
2	Sementeira nos meios de cultura
3	Urina 2 c/ sedimento (qđ existe)
4	Estufa >18h
5	Inoculação
6	Id de bactérias e fungos (Maudi-tof)
7	Antibiograma de bactérias (Microscan)
8	Validação

Apêndice D Fluxograma e diagrama esparguete da Bioquímica

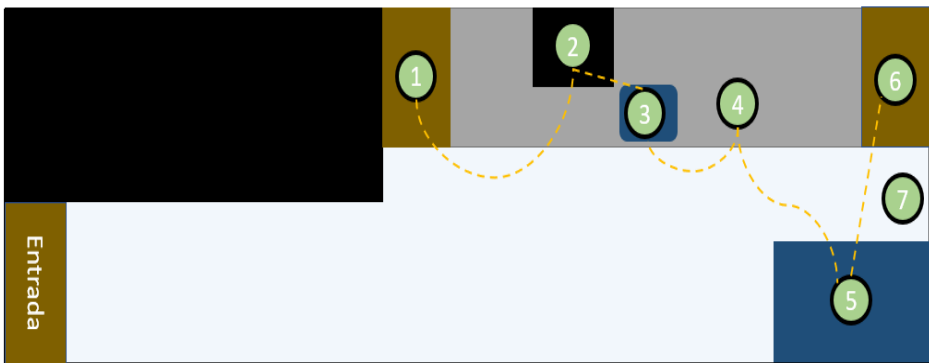
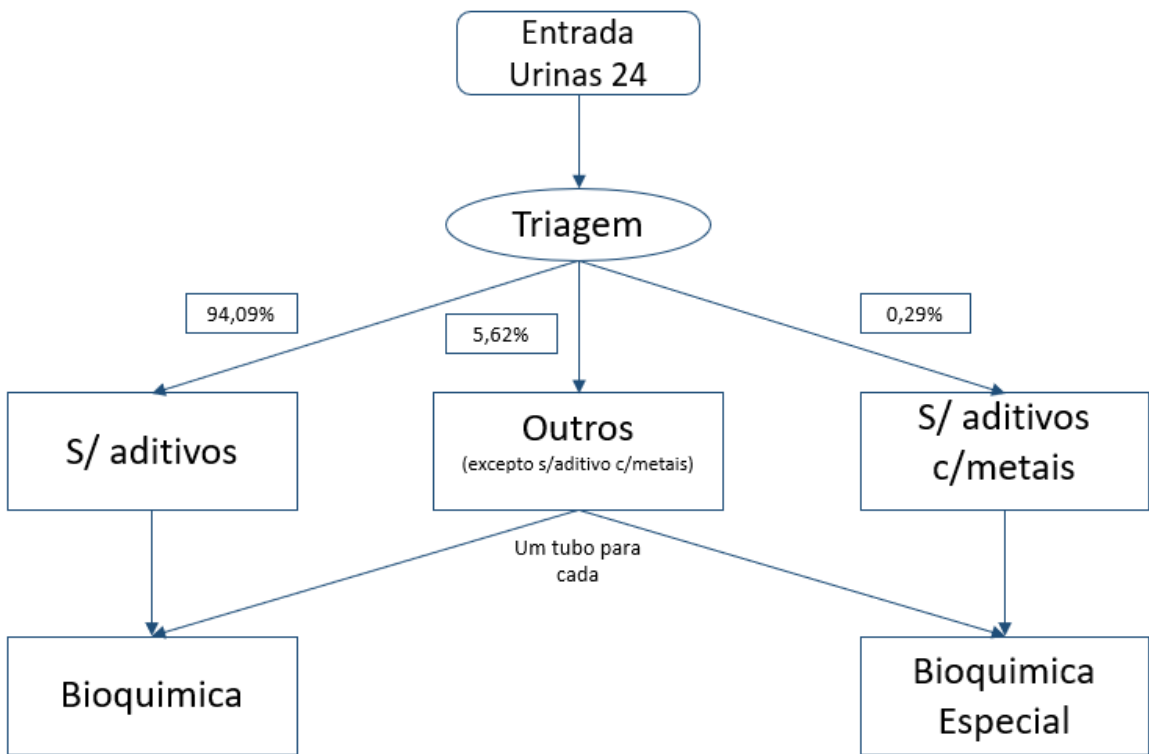


Apêndice E Fluxograma e diagrama esparguete da Parasitologia



#	Descrição
1	Triagem
2	Repicar para coletor e por na rack
3	Máquina Diana
4	Lixo

Apêndice F Fluxograma e diagrama esparguete das Urinas 24

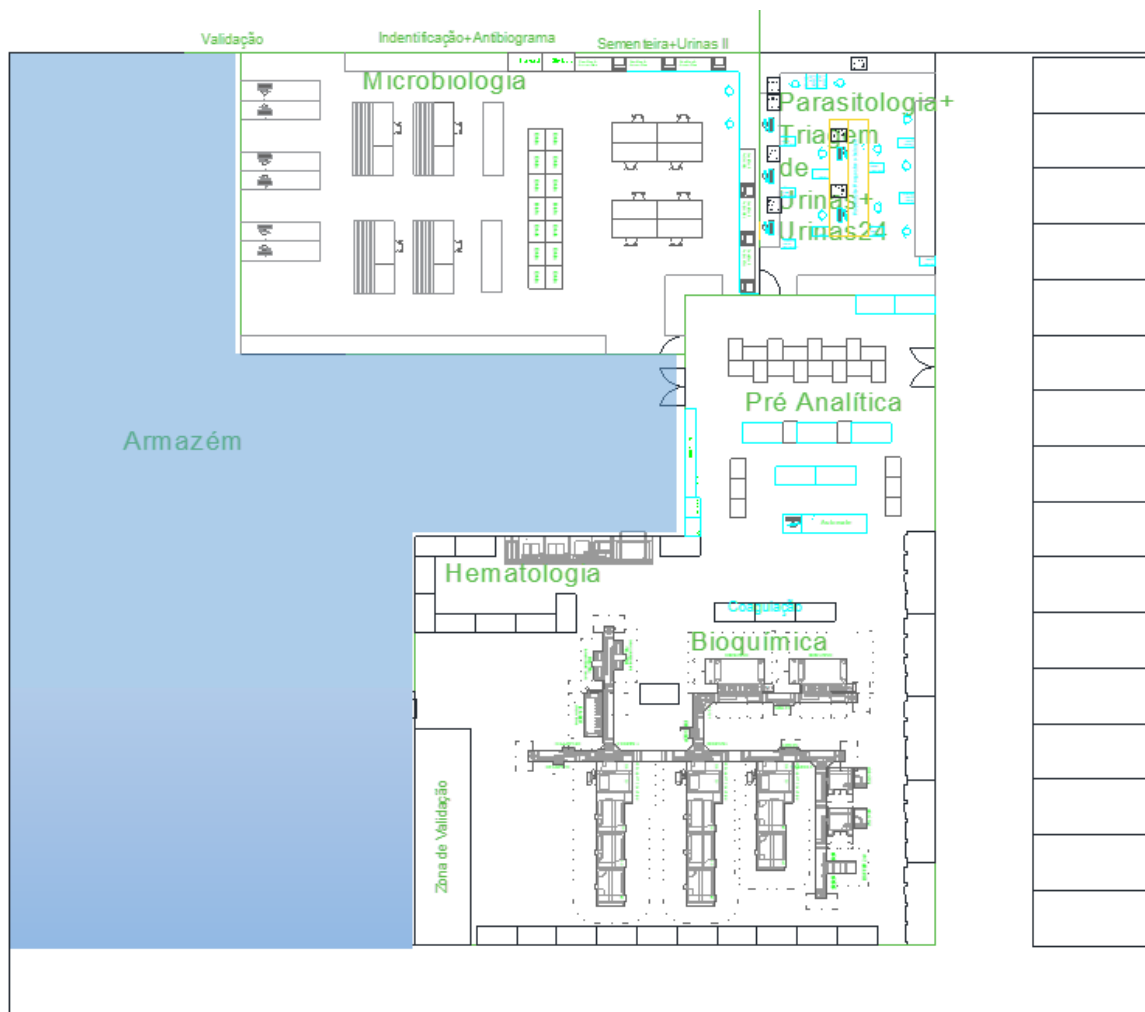


#	Descrição
1	Retirar do saco
2	Dar entrada da Urina + Triagem
3	Pesagem
4	Encher 2 tubos de amostra com urina
5	Pôr uma amostra no frigorífico
6	Amostra pronta para seguir para Bioquímica e/ou Bioquímica especial
7	Deitar frasco de Urina 24 para reciclar

Apêndice G Layout atual do Laboratório X



Apêndice H Layout futuro



Apêndice I Medição de tempos na Bioquímica

Descrição	Situação Inicial			Futuro			Aumento de produtividade
	Tempo Total	N Amostras	Tempo Uni	Tempo Total	N Amostras	Tempo Uni	
Validação ADVIA	00:06:04	26	00:00:14	00:04:01	26	00:00:09	51,2%
Validação Centauro 3+4	00:02:14	16	00:00:08	00:02:12	16	00:00:08	1,2%
Validação Centauro 1	00:04:18	16	00:00:16	00:02:10	16	00:00:08	98,5%
Validação Centauro 2	00:04:26	18	00:00:15	00:02:40	18	00:00:09	66,3%
Validação DXI + Imolite	00:04:23	35	00:00:08	00:04:20	35	00:00:07	1,0%
Validações							
Proteinogramas	00:05:34	8	00:00:42	00:05:34	8	00:00:42	0,0%
Colocar nas racks (Coagulação)	00:01:56	45	00:00:03	00:01:56	45	00:00:03	0,0%
Retirar das racks (Coagulação)	00:00:15	11	00:00:01	00:00:15	11	00:00:01	0,0%
Colocar nas racks (Proteinogramas)	00:00:35	30	00:00:01	00:00:35	30	00:00:01	0,0%
Retirar das racks (Proteinogramas)	00:01:02	30	00:00:02	00:00:50	30	00:00:02	23,1%
Retirar tampas Urinas + Colocar racks	00:02:02	50	00:00:02	00:02:02	50	00:00:02	0,0%
Verificar Hemolizados	00:01:29	2	00:00:44	00:00:45	2	00:00:23	97,5%
Colocação das racks no tapete	00:03:19	100	00:00:02	00:02:00	100	00:00:01	66,0%
Colocação das racks urina no tapete+retirar tampas	00:04:02	100	00:00:02	00:04:02	100	00:00:02	0,0%
Movimentação de tubos	00:00:03	1	00:00:03	00:00:02	1	00:00:02	30,0%
Colocar aliquotas pela frente	00:02:35	4	00:00:39	00:02:35	4	00:00:39	0,0%
Preparação de reagente Bioquímica	00:29:34	1	00:29:34	00:29:34	1	00:29:34	0,0%
Stock (dar baixa, gerir, etc..)	01:12:32	1	01:12:32	00:48:21	1	00:48:21	50,0%
Atividades de arranque ADVIA	04:15:07	1	04:15:07	03:16:15	1	03:16:15	30,0%
Atividades de arranque Coagulação	03:09:28	1	03:09:28	02:25:45	1	02:25:45	30,0%
Atividades de arranque RapidLab	00:26:00	1	00:26:00	00:20:00	1	00:20:00	30,0%
Atividades de arranque Imulite	01:24:14	1	01:24:14	01:04:48	1	01:04:48	30,0%
Atividades de arranque DXI	00:49:55	1	00:49:55	00:38:24	1	00:38:24	30,0%
Atividades de arranque Centauros	06:51:40	1	06:51:40	05:16:40	1	05:16:40	30,0%
Atividades de fecho	03:23:54	1	03:23:54	02:36:51	1	02:36:51	30,0%

Apêndice J Cálculo de horas de trabalho e horários para a Bioquímica

Tempo/analise	6:30:56	00:00:02	00:00:04	00:00:07	00:01:10	00:01:05	00:00:14	00:00:14	00:49:28	00:00:03	01:00:00	00:48:21	02:36:51			
Hora	Atividades de arranque	Colocação de racks no tapete	Colocação de racks no tapete urina	Coagulação	Proteinogramas	Aliquotas pela frente das máquinas	Validação Bioquímica	Validação Imunologia	Preparação de reagentes	Movimentação de tubos	Acidentes	Stocks	Atividades de fecho	Horas de trabalho necessárias	Horas de trabalho disponíveis	Tempo de ócio
07:30	1										0,5			7,02	2	-6,02
08:00														0,00	2	-5,02
08:30														0,00	2	-4,02
09:00														0,00	2	-3,02
09:30														0,00	2	-2,02
10:00														0,00	2	-1,02
10:30														0,00	2	-0,02
11:00		269	38	52	19	5	0	0		359		1		1,89	0	-1,90
11:30		0	0	0	0	0	0	0		0				0,00	0	-1,90
12:00		0	0	0	0	0	655	204		0				3,35	2	-4,25
12:30		0	0	0	0	0	0	0		0				0,00	2	-3,25
13:00		92	13	18	7	2	0	0		123				0,37	2	-2,62
13:30		66	9	13	5	1	0	0		88				0,27	5	-0,39
14:00		897	128	173	65	15	109	70		1198				4,31	7	-1,20
14:30		1163	166	224	84	20	79	50		1552				5,18	8	-2,37
15:00		763	109	147	55	13	655	351		1019				6,99	8	-5,37
15:30		402	57	77	29	7	655	351	1	536				6,36	8	-7,73
16:00		240	34	46	17	4	655	351		321				4,89	8	-8,62
16:30		140	20	27	10	2	655	351		186				4,49	6	-10,11
17:00		0	0	0	0	0	655	351		0				3,92	5	-11,53
17:30							655	351						3,92	4	-13,46
18:00							349	351						2,73	3	-14,69
18:30								177			0,5		1	3,81	2	-17,49
19:00								106						0,41	4	-15,91
19:30														0,00	5	-13,41
20:00														0,00	5	-10,91
20:30														0,00	5	-8,41
21:00														0,00	5	-5,91
21:30														0,00	5	-3,41
22:00															5	-0,91
22:30															2	0,09
23:00															0	0,00

Apêndice K Medição de tempos na Hematologia

Descrição	Situação inicial			Futuro			Aumento de produtividade
	Tempo total	N amostras	Tempo Uni	Tempo total	N amostras	Tempo Uni	
Cadeia	00:02:12	50	00:00:03	00:01:40	50	00:00:02	32,10%
A1Cs	00:00:32	8	00:00:04	00:00:22	8	00:00:03	47,00%
VS	00:03:52	20	00:00:12	00:03:31	20	00:00:11	10,00%
Lâminas Hemograma	00:08:04	5	00:01:37	00:08:04	5	00:01:37	0,00%
Paul Bunnel	00:02:12	2	00:01:06	00:02:12	2	00:01:06	0,00%
Testes drogas	00:12:00	8	00:01:30	00:12:00	8	00:01:30	0,00%
Falcinformação	00:15:02	1	00:15:02	00:15:02	1	00:15:02	0,00%
Imunofenotipagem	00:17:31	1	00:17:31	00:17:31	1	00:17:31	0,00%
Pesquisa de células LE	02:34:56	8	00:19:22	02:34:56	8	00:19:22	0,00%
Validação manual VS	00:13:39	54	00:00:15	00:11:15	54	00:00:13	21,30%
Validação manual A1Cs	00:15:00	56	00:00:16	00:11:54	56	00:00:13	26,00%
Tubos cuidados especiais	00:08:15	17	00:00:29	00:08:09	17	00:00:29	1,23%

Apêndice L Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na Hematologia

Tempo/an	02:14:21	00:00:03	00:00:04	00:00:17	00:02:39	00:01:48	00:02:28	00:24:42	00:28:47	00:31:49	00:00:21	00:00:21	00:00:29	1:17:06				
%		100%	21,8%	15,4%	9,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,04%	0,0%	1,5%	5,5%						
Hora	Chegada análises	Arranque	Movimentação tubo	A1Cs	VS	Lâminas Hemograma	Paul Bunnel	Testes Drogas	Falcinformação	Imunofenotipagem	Pesquisa de células LE	Validação manual VS	Validação manual A1Cs	Tubos cuidados especiais	Fecho	Horas de trabalho necessárias	Horas de trabalho disponíveis	Tempo de ócio
08:00		1														2,24	0	-2,24
08:30																0,00	0	-2,24
09:00																0,00	0	-2,24
09:30																0,00	0	-2,24
10:00																0,00	1	-1,74
10:30	317		317	69	49		0	0	0	0	0	5	17	3		0,87	1	-2,11
11:00	0		0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0		1,28	1	-2,89
11:30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	2	-1,89
12:00	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	2	-0,89
12:30	109		109	24	17	0	0	0	0	0	0	2	6	1		0,30	2	-0,19
13:00	78		78	17	12	10	0	0	0	0	0	1	4	1		0,66	1	-0,35
13:30	1059		1059	231	163	7	0	0	0	0	0	16	58	11		3,22	6	-0,57
14:00	1372		1372	299	212	54	0	0	0	1	0	21	75	14		6,16	7	-3,23
14:30	900		900	196	139	54	0	0	0	0	0	14	49	9		4,87	7	-4,60
15:00	474		474	103	73	54	0	0	0	0	0	7	26	5		3,70	7	-4,80
15:30	284		284	62	44	54	0	0	0	0	0	4	15	3		3,18	6	-4,98
16:00	165		165	36	25	54	0	0	0	0	0	3	9	2		2,85	6	-4,83
16:30	0		0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0		2,40	7	-3,73
17:00						54										2,40	7	-2,63
17:30						10										0,45	2	-2,08
18:00						0										0,00	2	-1,08
18:30																0,00	2	-0,08
19:00															1	1,29	1	-0,86
19:30																0,00	1	-0,36
20:00																0,00	1	0,14

Apêndice M Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na zona de sementeira na Microbiologia

Tempo/An Dados	00:00:37		00:05:08		00:03:18		00:08:05		00:00:37		00:02:48		00:04:45		00:03:00		00:03:44						
	69,88%		2,55%		4,26%		0,85%		1,42%		4,53%		1,08%		2,14%		13,29%						
Hora	Total Análises	Bact Urina	Bact Fezes	Bact Ginecológico	Bact Trato Respiratório	Bact Urinas VET	Bebe Vida	Hemoculturas Clínica	Pesquisa Strp	Outros	Caldos GN	Horas Trabalho Necessárias (h)	Horas de trabalho disponíveis	Tempo Ócio									
08:00												0,00	0	0,00									
08:30												0,00	0	0,00									
09:00												0,00	0	0,00									
09:30												0,00	0	0,00									
10:00												0,00	0	0,00									
10:30	77	54	2	3	1	1	3	1	2	10	29	1,95	0	-1,95									
11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	1	-1,45									
11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	1	-0,95									
12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	1	-0,45									
12:30	26	18	1	1	0	0	1	0	1	3		0,67	0	-1,11									
13:00	19	13	0	1	0	0	1	0	0	3		0,48	0	-1,59									
13:30	256	179	7	11	2	4	12	3	5	34		6,50	1	-7,60									
14:00	332	232	8	14	3	5	15	4	7	44		8,43	4	-14,02									
14:30	218	152	6	9	2	3	10	2	5	29		5,53	4	-17,56									
15:00	115	80	3	5	1	2	5	1	2	15		2,91	7	-16,97									
15:30	69	48	2	3	1	1	3	1	1	9		1,74	7	-15,21									
16:00	40	28	1	2	0	1	2	0	1	5		1,01	7	-12,72									
16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	7	-9,22									
17:00												0,00	7	-5,72									
17:30												0,00	7	-2,22									
18:00												0,00	4	-0,22									
18:30												0,00	4	1,78									
19:00												0,00		0,00									
19:30												0,00		0,00									
20:00												0,00	0	0,00									
20:30												0,00	0	0,00									
21:00												0,00	0	0,00									
21:30												0,00		0,00									

Apêndice N Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na zona de identificação e antibiograma na Microbiologia

Tempo Isolamento	00:00:04	00:00:53	00:00:45	00:00:57	00:00:05	00:00:01	00:00:01	00:00:03	00:00:21
Tempo ID	00:00:46	00:01:44	00:01:38	00:02:03	00:00:41	00:00:10	00:00:26	00:01:15	00:01:05
Tempo Antibiograma	00:00:29	00:00:06	00:01:03	00:01:18		00:00:00	00:00:16	00:00:47	00:00:34
Total	00:01:20	00:02:42	00:03:26	00:04:18	00:00:45	00:00:11	00:00:43	00:02:05	00:02:01
Dados	69,88%	2,55%	4,26%	0,85%	1,42%	4,53%	1,08%	2,14%	13,29%

Hora	Total Análises	Bact Urina	Bact Fezes	Bact Ginecológico	Bact Trato Respiratório	Bact Urinas VET	Bebe Vida	Hemoculturas Clínica	Pesquisa Strp	Outros	Horas Trabalho Necessárias (h)	# Horas Disponíveis	Tempo Ócio
08:00	1151	804,3	29,3	49,0	9,8	16,4	52,1	12,4	24,6	152,9	29,11	2	-28,11
08:30											0,00	2	-27,11
09:00											0,00	4	-25,11
09:30											0,00	4	-23,11
10:00											0,00	4	-21,11
10:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-19,11
11:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-17,11
11:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-15,11
12:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	-14,11
12:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	-13,11
13:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	-12,11
13:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	-11,11
14:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-9,11
14:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-7,11
15:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-5,11
15:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-3,11
16:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	-1,11
16:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	0,89
17:00											0,00	0	0,00
17:30											0,00	0	0,00
18:00											0,00	0	0,00

Apêndice O Cálculo de horas de trabalho necessárias e horários na zona de validação na Microbiologia

Tempo Verificações/ Triagens		00:00:08	00:00:38	00:00:46	00:01:00	00:00:08	00:00:04	00:00:10	00:00:02	00:00:22			
Tempo Validações		00:01:08	00:02:50	00:02:23	00:03:35	00:00:44	00:00:45	00:00:58	00:01:20	00:01:43			
Total		00:01:15	00:03:27	00:03:09	00:04:35	00:00:51	00:00:49	00:01:08	00:01:22	00:02:05			
Dados		69,88%	2,55%	4,26%	0,85%	1,42%	4,53%	1,08%	2,14%	13,29%			
Hora	Total Análises	Bact Urina	Bact Fezes	Bact Ginecológico	Bact Trato Respiratório	Bact Urinas VET	Bebe Vida	Hemoculturas Clínica	Pesquisa Strp	Outros	Horas Trabalho Necessárias (h)	# Horas Disponíveis	Tempo Ócio
08:00	1150,95	804,32	29,34	49,03	9,81	16,39	52,09	12,42	24,63	152,92	28,89	3,00	-27,39
08:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-25,89
09:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-24,39
09:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-22,89
10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-21,39
10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-19,89
11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-18,39
11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3,00	-16,89
12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	-16,89
12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	-16,89
13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-14,89
13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-12,89
14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-10,89
14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-8,89
15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-6,89
15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-4,89
16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-2,89
16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,00	-0,89
17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2,00	0,11
17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
19:00											0,00	0,00	0,00
19:30											0,00	0,00	0,00

Apêndice P Cálculo de horas de trabalho necessárias na Parasitologia, Triagem de urinas e Urinas 24

Hora	Horas de trabalho necessárias				Horas disponíveis futuro				Tempo de ócio			
	Parasitologia	Urinas 24 + Triagem	Tarefas extra	Horas de Trabalho necessárias	Parasitologia	Urinas 24 + Triagem	Tarefas extra	# Horas Disponíveis Futuro	Parasitologia	Urinas 24 + Triagem	Tarefas extra	Tempo Ócio Futuro Total
10:00:00	0,00	0,00	0,87	0,87	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	-0,37	-0,37
10:30:00	1,70	1,15	0,00	2,85	0,70	0,00	0,30	1,00	-1,35	-1,15	0,15	-2,72
11:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,50	0,00	2,00	-1,10	-0,40	0,00	-1,72
11:30:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,50	0,00	2,00	-0,85	0,35	0,00	-0,72
12:00:00	0,00	0,00	0,05	0,05	1,00	0,88	0,12	2,00	-0,35	0,44	0,01	0,23
12:30:00	0,59	0,39	0,00	0,98	1,00	1,00	0,00	2,00	-0,44	0,11	0,00	0,02
13:00:00	0,42	0,28	0,03	0,73	1,00	0,94	0,06	2,00	-0,36	0,19	0,01	0,27
13:30:00	5,69	3,84	0,00	9,53	1,00	3,00	0,00	4,00	-5,55	-2,34	0,00	-7,53
14:00:00	7,37	4,97	0,03	12,37	1,00	2,94	0,06	4,00	-12,42	-5,84	0,01	-17,90
14:30:00	4,84	3,26	0,00	8,10	2,00	4,00	0,00	6,00	-16,26	-7,10	0,00	-23,00
15:00:00	2,55	1,72	0,03	4,29	4,00	3,94	0,06	8,00	-16,81	-6,85	0,01	-23,29
15:30:00	1,52	1,03	0,03	2,59	5,00	3,92	0,08	8,00	-15,83	-5,92	0,01	-21,88
16:00:00	0,89	0,60	0,03	1,51	5,00	3,94	0,06	8,00	-14,22	-4,55	0,01	-19,39
16:30:00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,00	0,00	8,00	-11,72	-2,55	0,00	-15,39
17:00:00	0,00	0,00	0,03	0,03	6,00	3,94	0,06	8,00	-8,72	-0,58	0,01	-11,41
17:30:00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	1,00	0,00	7,00	-5,72	-0,08	0,00	-7,91
18:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	1,00	0,00	6,00	-2,72	0,42	0,00	-4,91
18:30:00	0,00	0,00	0,58	0,58	4,00	1,00	0,00	5,00	-0,72	0,50	-0,58	-2,99
19:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	2,00	-0,22	0,50	-0,58	-1,99
19:30:00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	0,28	0,00	-0,08	-0,99
20:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,00	-0,08	-0,49
20:30:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	1,00	0,25	0,00	0,18	0,01