



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Projeto Luminotécnico do Interior do Mercado Municipal de Coimbra

Relatório de Projeto para a obtenção do grau de Mestre em Instalações e
Equipamentos em Edifícios

Autor

João Carlos Costa Cortez

Orientadores

Prof. Doutora Cristina Isabel Figueiras Faustino Agreira

Prof. Doutor Manuel Maria Abranches Travassos Valdez

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, Dezembro, 2013

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica pela possibilidade e apoio na realização desta tese.

Aos orientadores, Doutora Cristina Faustino Agreira e ao Doutor Manuel Valdez por toda a ajuda prestada.

À Camara Municipal de Coimbra, ao Eng.º Santos Costa e ao Sr. Miguel Branquinho por toda a disponibilidade mostrada, durante o tempo de execução deste trabalho.

Agradeço ao meu colega e amigo Álvaro Melo pelo apoio e pelas tardes de trabalho conjunto que passámos, no apoio ao projeto.

Acentuo também os meus agradecimentos a duas pessoas que são como pais para mim, a Miquelina e o Eugénio por tudo o que fizeram por mim, quando o meu pai faleceu.

E por último quero agradecer sobretudo à minha Mãe pelo apoio que me deu durante o meu percurso universitário e na elaboração deste trabalho, por me ter educado e dado tudo o que podia dar e que infelizmente teve de ser mãe e pai ao mesmo tempo.

Resumo

O presente projeto tem como objetivo apresentar uma alternativa na área da iluminação, para o Mercado Municipal D. Pedro V de modo a melhorar não só a qualidade de iluminação, mas também a redução de custos na fatura energética.

Como tal, ao longo do desenvolvimento do projeto, foi efetuada uma pesquisa sobre a história do Mercado e do seu interesse público, atendendo a que cada vez menos pessoas se dirigem a este tipo de estabelecimento comercial.

Foi elaborado o estudo das luminárias e lâmpadas a usar como uma solução mais adequada, dentro do perfil imposto pelo responsável da Câmara.

Com o auxílio do *software Dialux*[®] foram efetuadas simulações com a iluminação existente, com o objetivo de analisar e compreender quais os efeitos pretendidos a nível da iluminação, bem como os mais adequados para os espaços em questão (Dialux, 2013).

Através deste *software* foi possível retratar os espaços a 3 dimensões, escolher as luminárias e lâmpadas desejadas, de modo a obter os resultados luminotécnicos desejados, dentro das limitações que existem no local.

Foi ainda realizada uma análise energética, concluindo-se que, com menor custo na fatura anual, consegue-se melhorar consideravelmente a iluminação que está atualmente em vigor.

Palavras-chave: Encadeamento, Iluminação, Iluminância, Lâmpadas, Luminárias, Uniformidade.

Abstract

The aim of this project is to present an alternative in lighting design for the Market Hall D. Pedro V in order to improve not only the quality of lighting, but also the cost-cutting in energy bills. This work presents the simulation and evaluation of energy saving measures for the lighting system of the Market Hall D. Pedro V facilities.

Throughout the project development was made a research on the Market history and its public interest, given that fewer people are directed to this type of commercial premise.

A study on luminaires and lamps to use was made, within the profile imposed by the Head of City Hall.

With the aid of *Dialux*[®] software simulations were made with the current lighting, with the aim of analyzing and understanding what were the intended effects in illumination, as well as the most suitable one for these spaces. The study presents the light design selected for each space analyzed (Dialux, 2013).

With this software it was possible to portray three dimensional spaces, choose the luminaires and desired lamps, in order to obtain the lighting desired results within the constraints that exist in the area.

Keywords: Chaining, Iluminance, Lamps, Lighting, Lighting Fixtures, Uniformity.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO.....	1
1.2. NECESSIDADE DA PRESENTE INVESTIGAÇÃO.....	1
1.3. OBJETIVOS E METODOLOGIA.....	2
1.3.1. Principais objetivos.....	2
1.3.2. Metodologia.....	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
2. MERCADO MUNICIPAL D. PEDRO V- HISTÓRIA.....	5
3. QUALIDADE DA ILUMINAÇÃO NO DESEMPENHO DAS TAREFAS.....	11
3.1. ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE CORES.....	12
3.2. TEMPERATURA DE COR.....	13
3.3. ENCADEAMENTO.....	15
3.4. ILUMINANCIA MÉDIA E UNIFORMIDADE.....	16
4. ESTUDO LUMINOTÉCNICO DO EDIFÍCIO DO MERCADO E DA PEIXARIA.....	19
4.1. DESCRIÇÃO FÍSICA E FUNCIONAL DO EDIFÍCIO.....	20
4.2. LÂMPADAS E LUMINÁRIAS EXISTENTES ATUALMENTE NOS EDIFÍCIOS.....	25
4.2.1. Lâmpada principal de corredor.....	25
4.2.2. Lâmpada geral do pavilhão da peixaria.....	26
4.2.3. Lâmpadas das cúpulas.....	27
4.2.4. Lâmpada da armadura de vidro.....	29
4.2.5. Lâmpada de parede das entradas.....	30
4.2.6. Análise das lâmpadas e luminárias atuais.....	31
4.3. SIMULAÇÃO ATUAL DIALUX.....	32
4.3.1. Peixaria.....	34
4.3.2. Rés-do-chão do edifício do Mercado Municipal.....	40
4.3.3. 1º Piso do edifício do Mercado Municipal.....	45
5. PROJETO PROPOSTO.....	49
5.1. SIMULAÇÃO PROPOSTA DIALUX.....	49
5.1.1. Peixaria.....	50
5.1.2. Rés-do-chão do edifício do Mercado Municipal.....	56
5.1.3. 1º Piso do edifício do Mercado Municipal.....	63
5.2. LÂMPADAS E LUMINÁRIAS PROPOSTAS.....	69
5.2.1. Luminária principal.....	71

5.2.2. Luminária de parede do rés-do-chão.....	72
5.2.3. Luminária de parede das varandas.....	73
5.2.4. Luminária de parede da peixaria.....	75
5.2.5. Luminária de teto secundária.....	76
5.2.6. Análise das Lâmpadas e luminárias propostas.....	77
5.3. ANÁLISE ENERGÉTICA DO MERCADO MUNICIPAL D. PEDRO V.....	78
5.3.1. Iluminação atual.....	79
5.3.2. Iluminação proposta.....	80
5.3.3. Estudo comparativo da análise energética.....	82
6. CONCLUSÃO.....	83
6.1. SÍNTESE DO TRABALHO E CONCLUSÕES GERAIS.....	83
6.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
8. ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Mercado Municipal no início do séc. XX.....	7
Figura 2.2. Pavilhão da horta coberto.....	8
Figura 2.3. Cobertura do pavilhão da Peixaria.....	8
Figura 2.4. Pavilhão do Mercado Atualmente.....	9
Figura 3.1. Exemplo de um Supermercado bem Iluminado.....	12
Figura 3.2. Diferenças entre um IRC Alto e Baixo.....	13
Figura 3.3. Temperaturas de Cor das Lâmpadas.....	14
Figura 3.4. Incidência do Encadeamento na Área de Tarefa.....	16
Figura 3.5. Exemplo de uma Área de Venda a Retalho.....	17
Figura 4.1. Principais pontos de luz do edifício da Peixaria.....	20
Figura 4.2. Principais pontos de luz do rés-do-chão do edifício do Mercado Municipal.....	20
Figura 4.3. Principais pontos de luz do 1º piso do edifício do Mercado Municipal	20
Figura 4.4. Bancas de Venda de Produtos hortícolas.....	21
Figura 4.5. 1º Piso do Mercado Municipal.....	22
Figura 4.6. Estrutura do telhado da Peixaria.....	23
Figura 4.7. Cais de carga e descarga.....	23
Figura 4.8. Acessos ao Interior do Mercado e Peixaria.....	24
Figura 4.9. Lâmpada <i>Philips</i> ® <i>MASTERColour</i> CDM-T 70W 830 G12.....	25
Figura 4.10. Luminária Principal de Corredor.....	26
Figura 4.11. Lâmpada <i>Philips</i> ® <i>MASTERColour</i> CDM-T Elite 70w/942 G12.....	26
Figura 4.12. Luminária Geral da Peixaria.....	27
Figura 4.13. Lâmpada <i>Osram</i> ® HQI-E 250W/N/SI.....	28
Figura 4.14. Luminária das Cúpulas.....	29
Figura 4.15. Lâmpada <i>Philips</i> ® <i>MASTER</i> PL-L18W/840/4p.....	29
Figura 4.16. Lâmpada <i>Philips</i> ® <i>GENIE</i> 18W WW E27	30
Figura 4.17. Luminária dos Apliques de Entrada.....	31
Figura 4.18. Estrutura da Peixaria em 3D.....	33
Figura 4.19. Imagem real da zona central da Peixaria.....	34
Figura 4.20. Simulação atual da zona central da Peixaria (cores falsas)	35

Figura 4.21. Imagem real das bancas laterais da Peixaria.....	36
Figura 4.22. Simulação atual das bancas laterais da Peixaria (cores falsas)	37
Figura 4.23. Imagem real dos corredores laterais do rés-do-chão da Peixaria.....	38
Figura 4.24. Simulação atual do rés-do-chão da Peixaria (cores falsas)	38
Figura 4.25. Imagem real dos corredores laterais do 1º piso da Peixaria	39
Figura 4.26. Simulação atual da Peixaria 1º Piso (cores falsas)	40
Figura 4.27. Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado.....	41
Figura 4.28. Simulação atual do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	41
Figura 4.29. Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado	42
Figura 4.30. Simulação atual do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	43
Figura 4.31. Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado.....	44
Figura 4.32. Simulação atual do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	44
Figura 4.33. Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado.....	45
Figura 4.34. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)	46
Figura 4.35. Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado	47
Figura 4.36. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)	47
Figura 4.37. Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado	48
Figura 4.38. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)	48
Figura 5.1. Simulação proposta da zona central da Peixaria (cores falsas)	51
Figura 5.2. Simulação atual da zona central da Peixaria (cores falsas)	51
Figura 5.3. Simulação proposta do rés-do-chão da Peixaria (cores falsas)	53
Figura 5.4. Simulação atual do rés-do-chão da Peixaria (cores falsas)	54
Figura 5.5. Simulação proposta do 1º piso da Peixaria (cores falsas)	55
Figura 5.6. Simulação atual do 1º piso da Peixaria (cores falsas)	56
Figura 5.7. Simulação proposta das varandas do Mercado.....	57
Figura 5.8. Simulação proposta da zona central do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	57
Figura 5.9. Simulação atual da zona central do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	58
Figura 5.10. Simulação proposta das bancas laterais do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	59
Figura 5.11. Simulação atual das bancas laterais do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	59
Figura 5.12. Simulação proposta das áreas de passagem do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	60
Figura 5.13. Simulação atual das áreas de passagem do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	61

Figura 5.14. Simulação proposta das zonas de acesso ao rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	62
Figura 5.15. Simulação atual das zonas de acesso ao rés-do-chão do Mercado (cores falsas)	62
Figura 5.16. Simulação proposta da banca do 1º piso do Mercado (cores falsas)	63
Figura 5.17. Simulação atual da banca do 1º piso do Mercado (cores falsas)	64
Figura 5.18. Simulação proposta da zona central do 1º piso do Mercado (cores falsas)	65
Figura 5.19. Simulação atual da zona central do 1º piso do Mercado (cores falsas)	65
Figura 5.20. Simulação proposta das zonas de passagem do 1º piso do Mercado (cores falsas)	66
Figura 5.21. Simulação atual das zonas de passagem do 1º piso do Mercado (cores falsas)	67
Figura 5.22. Simulação proposta do <i>hall</i> de entrada do 1º piso do Mercado (cores falsas)	68
Figura 5.23. Simulação atual do <i>hall</i> de entrada do 1º piso do Mercado (cores falsas)	68
Figura 5.24. Simulação proposta do 1º piso do Mercado (cores falsas)	68
Figura 5.25. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)	69
Figura 5.26. Luminária <i>Disano</i> ® 3116 <i>Ghost</i> LED- Difusor micro-acetinado.....	71
Figura 5.27. Luminária <i>ClearVision</i> ® ROM-140.....	72
Figura 5.28. Lâmpada <i>Osram</i> ® FC 40W/840 <i>LUMILUX</i> T5 Circular.....	73
Figura 5.29. Luminária <i>Solar</i> ® <i>Primo</i> FDV.....	74
Figura 5.30. Lâmpada <i>Osram</i> ® <i>Dulux</i> D 18W/835.....	74
Figura 5.31. Luminária <i>Disano</i> ® 741 <i>Obló</i> LED.....	75
Figura 5.32. Luminária <i>Whitecroft</i> ® <i>Kolo Surface</i>	76

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 5.1- Potência total instalada para iluminação.....	79
Quadro 5.2- Custo total anual de todas as luminárias.....	80
Quadro 5.3- Potência total instalada para iluminação.....	81
Quadro 5.4- Custo total Anual de Todas as Luminárias.....	81
Quadro 5.5- Tempo de retorno.....	82

ÍNDICE EXPRESSÕES NUMÉRICAS

I.	Consumo anual total.....	78
II.	Custo mensal em hora de ponta.....	78
III.	Custo mensal em hora de vazio.....	78
IV.	Custo mensal em hora de super vazio.....	78
V.	Custo mensal em hora de cheia.....	78

SIMBOLOGIA

® – Registo comercial

€ – Euro

Σ – Somatório

Nomenclaturas

3D – Três dimensões

CTT – Correios, Telégrafos, Telefones

h –Hora

IRC- Índice de Reprodução de Cores

K – Kelvin

kWh – kilowatt por hora

LED- Light Emitting Diode

Lm- Lumens

V - Volt

W – Watt

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Ao longo dos últimos anos o panorama nacional em torno da eficiência energética mudou radicalmente, muito em parte devido á forte crise que assolou o nosso país.

Por essa razão os edifícios, nomeadamente os públicos, têm procedido a uma reestruturação dos seus equipamentos e da sua distribuição, de modo a obterem uma poupança considerável na fatura energética.

Os equipamentos que outrora foram escolhidos, têm vindo a ser substituídos por equipamentos mais eficientes, e com menor manutenção como é por exemplo o caso dos LED.

Uma outra preocupação que surgiu foi relativamente ao conforto de quem frequenta os edifícios públicos, que devido a uma iluminação já em desuso ou com má manutenção tende a retrair as pessoas que circulam nesses espaços.

1.2. Necessidade da presente investigação

Os espaços de comércio tradicional têm vindo a perder cada vez mais público, para os grandes centros comerciais, o que representa uma quebra muito grande para os produtores tradicionais. Essa quebra pode ser em parte explicada pelo grande défice de elementos apelativos do espaço comercial, como por exemplo a qualidade de iluminação.

O presente trabalho, foi solicitado pela Câmara Municipal de Coimbra, devido a uma preocupação em melhorar a iluminação interior do Mercado Municipal e da Peixaria alcançando, se possível, uma redução da fatura energética.

Como já foi referido o interior do Mercado apresenta um grande défice de iluminação, devido ao facto de as luminárias e lâmpadas atualmente instaladas estarem mal distribuídas para além de haver um défice das mesmas.

A preocupação em torno da qualidade de iluminação surgiu, por causa da fraca presença de público que o Mercado apresenta, em parte causada pelo aspeto escuro que o edifício tem, aliado a uma má iluminação dos produtos em exposição.

1.3. Objetivos e metodologia

1.3.1. Objetivos

Podem-se considerar 3 objetivos principais para o presente trabalho, como se pode verificar a seguir pelo seu grau de importância:

- Melhorar a qualidade de iluminação do edifício do Mercado Municipal e da Peixaria.
- Proporcionar um aumento de adesão de público.
- Diminuir a fatura energética.

Estes são os objetivos principais, porém o terceiro objetivo pode não ser cumprido devido ao elevado défice de iluminação que os edifícios apresentam.

1.3.2. Metodologia

A metodologia adotada é a que se faz normalmente num projeto deste tipo, começando por se fazer uma visita ao espaço a projetar, para efetuar um levantamento fotográfico e tirar dados do tipo de luminárias e lâmpadas existentes.

Posteriormente construiu-se os edifícios em 3D através do *software* de cálculo *Dialux*[®] e foi feita uma simulação com a iluminação atual (Dialux, 2013).

Através dos dados da simulação atual foi possível ter uma ideia de qual ou quais os locais que necessitavam de mais e melhor iluminação, procedendo-se então a outra simulação com as luminárias impostas pelo responsável da Câmara.

A única legislação utilizada foi a norma EN 12464-1, que diz respeito á iluminação de espaços interiores (EN 12464-1, 2011).

Posto isso, foi feita uma análise energética, analisando os prós e contras da substituição das luminárias e lâmpadas existentes, por lâmpadas e luminárias mais eficientes.

1.4. Organização do trabalho

O presente trabalho encontra-se organizado em 5 capítulos distintos.

No primeiro capítulo é abordada toda a história do Mercado Municipal D. Pedro V, desde os seus primórdios, até à atualidade.

O segundo capítulo foi criado para abordar os principais parâmetros a ter em atenção, quando se elabora um projeto na área da iluminação.

No terceiro capítulo é feita uma análise, sobre a iluminação que se encontra atualmente em vigor.

No quarto capítulo apresenta-se uma alternativa à iluminação atual, e a respetiva análise energética entre as duas situações.

No último capítulo apresentam-se as conclusões sobre este projeto, bem como sugestões futuras, que o permitam melhorar ainda mais.

2. Mercado Municipal D. Pedro V – História (Andrade, 2001)

No século XIX a cidade de Coimbra albergava três “mercados”, sendo a sua localização partilhada em três locais diferentes que eram, a Praça de S. Bartolomeu (Praça do Comercio), Praça 8 de Maio (Mercado de Sansão) e antigo Largo da feira, de frente para a Sé Nova.

O Mercado de Sansão posteriormente perdeu a maioria dos comerciantes com a sua mudança para o Pátio de Santa Cruz (atualmente inexistente) situado entre a fachada lateral dos Paços do Concelho e o edifício da PSP, devido à extinção do Mosteiro em 1864.

Contudo e apesar de estarem em desacordo, os restantes comerciantes acabaram também por se mudar por volta de 1851 para o Pátio de Santa Cruz.

Em 1857 os comerciantes vêm-se envolvidos noutra alteração destinada ao local de funcionamento do Mercado, desta feita para a antiga horta do Mosteiro, espaço esse que ainda hoje é local atual do Mercado D. Pedro V e propriedade da Câmara Municipal.

Em 1858 é pedido ao empresário Inglês Hardy Hislop que apresente dois projetos para os locais de possível construção do novo Mercado, a Sota e a Horta de Santa Cruz pois, os Mercados existentes não tinham nem espaço, nem condições para os comerciantes.

Porém só em 1864 se voltou novamente a levantar a questão da localização para o novo Mercado. Desta forma, é solicitado às Câmaras Municipais de Lisboa e Porto os respetivos projetos dos seus Mercados pela Câmara Municipal de Coimbra para a aplicação de um deles.

Passados dois anos fica decidido que o novo Mercado iria ser construído na Horta de Santa Cruz, a escolha desse local deveu-se ao facto do mesmo pertencer à Câmara.

Devido ao descontentamento por parte da Associação Comercial de Coimbra em relação ao novo local do Mercado, a mesma entrega uma petição ao governo para que este nomeasse um engenheiro que escolhesse qual o melhor local de construção (Andrade, 2001).

No mesmo ano com a aprovação do empréstimo, começa a obra de construção do mercado no local previsto inicialmente, não sendo levada em conta a petição por parte da Câmara Municipal de Coimbra.

Com a construção do mercado surgiu a necessidade de se lhe dar um nome, nome esse que seria escolhido em 1867 em homenagem ao monarca D. Pedro V, ficando o Mercado a chamar-se Mercado D. Pedro V.

Em finais de 1867, mais propriamente em 17 de Novembro é inaugurado o Mercado, porém a sua divulgação ficou aquém das expectativas devido à polémica da sua construção.

Pouco tempo passou desde que foi inaugurado, mas logo chegou-se à conclusão que o mercado era muito pequeno para a procura que tinha, então pensou-se construir um edifício dedicado única e exclusivamente á venda de peixe. Essa decisão gerou mal-estar pois o mercado tinha acabado de ser construído.

Com o passar dos anos o mercado sofreu inúmeras alterações, sendo mesmo propostos vários projetos para a realização de um novo mercado. Em 1902 a Câmara de Coimbra pediu ao Arq. Silva Pinto que apresenta-se um projeto, projeto esse que se mostrou desde logo prometededor, pois era de grande qualidade arquitetónica com base em ferro e vidro.

Em 1905 o mercado foi encerrado por ordem da Câmara para se dar início então à construção do novo edifício dedicado unicamente à venda de peixe, que viria a ser concluído em 1907 (Andrade, 2001)

Passado apenas um ano desde a construção da peixaria, houve um novo pedido por parte da Câmara Municipal de Coimbra para que fosse elaborado outro projeto para o mercado, mas tal não se viria a concretizar porque não existiam fundos monetários para tal.

Novamente em 1923 surgiu novamente interesse em construir um novo mercado, chegando mesmo a ser criada uma equipa para estudar a melhor estrutura e local adequados para a sua construção. Porém o projeto não avançou, dando-se prioridade à requalificação do Mercado D. Pedro V (Figura 2.1).



Figura 2.1. Mercado Municipal no início do séc. XX (Mercados.CM-Coimbra, 2013)

Em 1924 surge uma proposta do Eng.º Abel Urbano para a elaboração de um projeto de reconstrução do mercado, mas este viria a ser rejeitado, tal como aconteceu em 1926 por Álvaro da Costa Morais e em 1927 novamente pelo Eng.º Abel Urbano. O motivo foi o mesmo para todas as propostas, a falta de capital.

Através do Dr. Mário de Almeida à data presidente da Câmara Municipal, surge em 1928 a notícia de que se dariam iniciadas as obras de reconstrução do Mercado Municipal D. Pedro V, com o fundo de maneio disponível na altura.

Em 1930 durante as obras de reconstrução, um novo pavilhão é construído bem como a colocação de uma nova cobertura no pavilhão da peixaria.

Em 1932 é construído um pavilhão central em betão, bem como o conhecido Quiosque Bar Dom Pedro V, espaço esse que dura até aos dias de hoje.

Como o Mercado D. Pedro V era um mercado muito conhecido na região, houve sempre uma grande número de pessoas que se deslocavam até lá para poder comprar e vender os seus produtos, então houve necessidade de intervenções pontuais. A reparação de maior envergadura foi em 1955 com a reconstrução da cobertura do pavilhão da peixaria e com a construção de um pavilhão dedicado principalmente ao comércio de fruta.

Com o aumento da população o Mercado não conseguia ter capacidade de resposta a tanta afluência de pessoas, surgindo então a necessidade de uma nova remodelação. Algumas

propostas foram feitas, tal como a proposta apresentada ao Arq. Alberto Pessoa em 1965, porém foram todas negadas (Andrade, 2001).

Em 1979 foi construída uma cobertura para o pavilhão da hortaliça e para a zona da salsicharia (figura 2.2), bem como a reparação da cobertura do pavilhão da peixaria um ano mais tarde (figura 2.3).



Figura 2.2. Pavilhão da hortaliça coberto (Mediatico a, 2013)



Figura 2.3. Cobertura do pavilhão da Peixaria (Mediatico b, 2013)

Em 1983 o Arq. Alberto Pessoa é confrontado novamente com um pedido por parte da Câmara Municipal, para que este elabore um novo projeto de reconstrução que vise a

construção de uma cobertura para a zona hortícola e para a construção de um bar. O projeto foi aceite e executado, tendo terminado nesse mesmo ano com a exceção do bar, que só foi concluído em 1986.

Em 1988 devido à grande concorrência dos modernos espaços comerciais, surgiu a ideia de remodelar o mercado, ou mesmo construir um novo. Ideia esse que não chegou a sair do papel pois a Câmara Municipal de Coimbra não conseguiu arranjar financiamento e a sua situação financeira estava no limite.

Finalmente no ano de 1999 surge um projeto de requalificação radical do mercado, que visava a reconstrução de todo o interior, nomeadamente a construção de dois pisos, bem como o seu exterior com a construção de lojas, parque de estacionamento subterrâneo e ao ar livre (na fachada principal e na parte superior do mercado).

O projeto foi apresentado por uma equipa composta pelo Vereador Dr. Henrique Fernandes, a Arq. Teresa Freitas e pelo Eng.º João Garcia e tinha como principal objetivo ser um edifício moderno que apela-se a uma maior afluência da população em prol da concorrência das grandes superfícies comerciais. A obra foi executada pela empresa Soares da Costa tendo começado em 2000 e o Mercado teve de ser transferido provisoriamente para a então encerrada fábrica da Triunfo (Andrade, 2001).

O mercado tem-se mantido inalterado até aos dias de hoje (figura 2.4).



Figura 2.4. Pavilhão do Mercado Atualmente (Google a, 2013)

3. Qualidade da Iluminação no Desempenho das Tarefas

Um espaço comercial é crucial que seja atraente do ponto de vista visual e onde a circulação de público é permanente existe a necessidade tanto a nível arquitetónico como ao nível da iluminação de criar essas condições.

O projeto apresentado pretende melhorar a qualidade visual do espaço interior do Edifício do Mercado de modo a contribuir, para reduzir o afastamento das pessoas do comércio tradicional e assim valorizar os produtos da região.

Essa quebra é devida a vários fatores, entre os quais encontram-se a grande variedade de produtos oferecidos, o preço apelativo dos produtos e o grande conforto luminoso que os novos supermercados conseguem oferecer.

A melhor forma do comércio tradicional fazer concorrência às grandes superfícies comerciais é reagir de forma inteligente. A iluminação poderá ter um papel preponderante nessa missão se for aplicada da melhor forma.

Apresentando-se desta forma os principais fatores a ter em conta quando se faz um projeto de iluminação.

Entre os fatores mais importantes encontra-se o índice de reprodução de cores (IRC), temperatura de cor, encadeamento, iluminância média e uniformidade de iluminação, sendo este último dependente da iluminância do local (Fau.usp, 2013).

É necessário um metucioso cuidado com alguns fatores, principalmente o IRC, encadeamento, uniformidade e iluminância média, pois os seus valores mínimos/máximos estão sujeitos a normas.

A figura 3.1 é um bom exemplo de um supermercado iluminado segundo as normas EN 12464-1 (EN 12464-1, 2011).



Figura 3.1. Exemplo de um Supermercado bem Iluminado (Luminae, 2013)

3.1. Índice de Reprodução de Cores

O índice de reprodução de cores tem influência muito importante e fará toda a diferença na aparência dos alimentos.

O IRC influencia a maneira como os nossos olhos vêem os alimentos em exposição, pois para cada valor de IRC, as cores que os alimentos vão apresentar irão ser diferentes e isso pode ser decisivo na compra.

Os valores do IRC variam entre 0 e 100, sendo que quanto mais próximos estiverem de 100 maior será o valor transmitido da cor real dos alimentos. O valor 100 é equivalente aos alimentos expostos diretamente à luz solar (Luxside, 2013).

Segundo a norma EN 12464-1 um negócio de venda a retalho tem de ter lâmpadas com um valor de IRC mínimo de 80, normalmente para quem compra bens alimentares, como por exemplo, produtos hortícolas, a principal característica de exclusão é exatamente o aspeto que esse produto tem (EN 12464-1, 2011).

Desta forma os tipos de lâmpadas a utilizar na execução do decorrente projeto, não poderão ter um IRC inferior a 80 (figura 3.2).



Figura 3.2. Diferenças entre um IRC Alto e Baixo (Luxside, 2013)

3.2. Temperatura de Cor

Outro parâmetro importante quando se elabora um projeto de iluminação, é a temperatura de cor, pois a maneira como um determinado ambiente nos faz sentir tem influência direta neste parâmetro, devido ao tom de cor que cada tipo de temperatura dá ao ambiente a iluminar.

Existem três gamas distintas de temperatura de cor, são elas as seguintes (EN 12464-1, 2011):

- **Luz Amarela ou Quente-** esta temperatura de cor está compreendida entre os 2700 K e os 3300 K.
- **Luz Neutra-** esta temperatura de cor está compreendida entre os 3300 K e os 5300 K.
- **Luz Branca ou Fria-** esta temperatura de cor está definida para valores de temperatura acima dos 5300 K.

Quando se elabora um projeto de iluminação e se chega à escolha das lâmpadas a utilizar, põe-se sempre a dúvida de que temperatura de cor se deve usar, quais os efeitos que cada tipo tem sobre quem vai frequentar o espaço.

A temperatura de cor não pode ser escolhida como base numa preferência pessoal, mas sim como uma preferência do espaço, que apesar de não estar normalizado tem de se ter um espírito crítico na escolha da mesma.

Começa-se então por apresentar a tonalidade amarela ou quente, que é um tipo de luz que transmite uma sensação de conforto, uma sensação de alegria, deve-se portanto usar este tipo de temperatura de cor em espaços onde se pretenda ter uma certa intimidade, um certo conforto (Empalux, 2013).

Logo os espaços aconselhados ao uso desta tonalidade de cor são por exemplo residências, restaurantes, bares, cafés, hotéis e espaços residenciais.

De seguida vem a tonalidade de cor neutra, que é uma tonalidade que transmite ao espaço um efeito de limpeza, eficiência e sobretudo convidativo, que é o que se pretende de um espaço do tipo venda a retalho, como é o Mercado Municipal D. Pedro V (Empalux, 2013).

Posto isso é fácil perceber que este tipo de tonalidade se aplica sobretudo a espaços que são frequentados não com o objetivo de descontrair mas sim o de comprar algo ou receber um serviço que não seja necessário estar muito tempo no mesmo sítio, posto isso é aconselhável o uso desta tonalidade em espaços como hospitais, repartições públicas, livrarias, salas de reuniões ou supermercados.

Por fim é a apresentada a tonalidade branca ou fria, que é uma tonalidade que transmite uma sensação de frieza, de seriedade, alerta ou mesmo de objetividade, além de serem bastantes estimulantes (Empalux, 2013).

Portanto é o ideal para locais de trabalho como escritórios, salas de aula, consultórios, galerias ou camaras frigoríficas.

A figura 3.3 mostra os tons de cor que as lâmpadas emitem, segundo os valores da temperatura de cor.

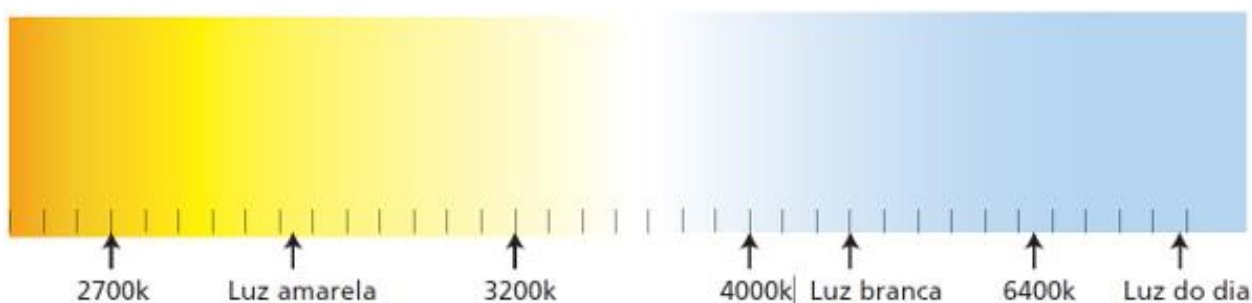


Figura 3.3. Temperaturas de Cor das Lâmpadas (Casaepianos, 2013)

3.3. Encadeamento

O encadeamento é um parâmetro que qualquer projetista quer evitar, pois vai transmitir a quem frequenta o espaço a projetar desconforto visual.

Existem três tipos de encadeamento (Wikipedia, 2013):

- **Encadeamento Direto** - este tipo de encadeamento ocorre quando se observa um objeto perto ou na mesma direção se encontra uma fonte luminosa que atinge diretamente o campo visual do observador.
- **Encadeamento Indireto** - este tipo de encadeamento é devido a uma fonte luminosa, mas que está situada numa direção diferente da do observador.
- **Encadeamento por reflexão** - este tipo de encadeamento ocorre quando a luz proveniente de uma fonte luminosa, reflete num objeto segundo a direção do observador, ou perto dela.

O desconforto visual provocado pelo encadeamento deve ser evitado, sobretudo nas zonas onde se encontram as bancas de venda, pois nessa zona os consumidores têm tendência a perder algum tempo no mesmo local, e se se sentirem incomodados com o encadeamento esse desconforto vai provocar a sua deslocação para outro espaço.

Deste modo, é necessário recorrer a certas estratégias para reduzirmos o encadeamento até valores aceitáveis, segundo a norma EN 12464-1. A norma diz que o valor de encadeamento máximo para uma secção de venda a retalho é de 22 nas áreas de venda e nos corredores de 28 (EN 12464-1, 2011).

Se por algum motivo os valores do encadeamento simulados no projeto forem superiores aos normalizados, tem de se proceder a determinadas alterações, tendo em vista a redução do valor simulado.

De seguida são apresentadas estratégias que permitem reduzir o valor do encadeamento (Lightsearch, 2013):

- Posicionamento adequado das luminárias
- Uso de iluminação indireta
- Uso de grelhas parabólicas ou outro meio de difusão
- Alterar a posição da área de tarefa, ou a sua orientação

- Alterar as refletâncias do espaço

A figura 3.4 mostra um exemplo de como o encadeamento pode perturbar um indivíduo, no desempenho das suas tarefas.

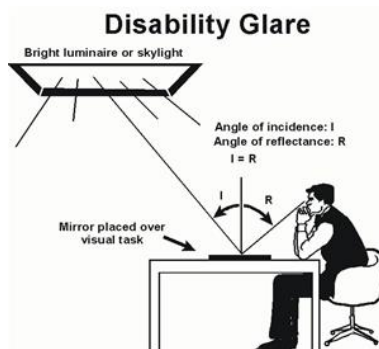


Figura 3.4. Incidência do Encadeamento na Área de Tarefa (Fsec.ucf, 2013)

3.4. Iluminância Média e Uniformidade

A iluminância é um parâmetro que mostra o fluxo luminoso que atinge uma determinada superfície na perpendicular, medida em Lux.

A iluminância média tem de ser imposta segundo a norma EN 12464-1, pois este parâmetro de iluminação é um dos mais importantes e depende de vários fatores, sendo os mais importantes o tipo de tarefa a realizar e o tipo de local onde esta está inserida (EN 12464-1, 2011).

Para a escolha deste projeto vão ser usados valores de referência para venda a retalho e para zonas de passagem no interior de edifícios, a zona da venda a retalho só diz respeito ao rés-do-chão, o primeiro piso é composto na sua maioria por lojas.

A iluminância média é calculada como sendo a razão entre a iluminância mínima e a máxima, mas este calculo por si só não representa rigor na iluminação, pois para isso é necessário existir uniformidade (EN 12464-1, 2011).

A falta de uniformidade na iluminação vai provocar uma sensação de desconforto visual, devido à mudança de zonas com valores de iluminância muito diferentes os olhos dos utilizadores têm de se adaptar e readaptar muito frequentemente, logo cansam-se mais e mais rápido.

Por exemplo, se o objetivo for ter uma iluminância média de 300 lux, pode-se ter em determinadas zonas 500 lux e noutras apenas 100 lux.

A iluminância média para esse caso vai dar 300 lux, mas não existe uniformidade pois os valores são muito dispersos.

Então quando se projeta um sistema de iluminação deve-se ter em particular atenção à existência de espaços onde a iluminância se disperse muito dos valores médios pretendidos.

Aquando da simulação se por ventura se verificar muita dispersão de valores, a solução é repositonar as luminárias de modo a que se cumpra a uniformidade mínima, também referida na norma EN 12464-1 (EN 12464-1, 2011).

De seguida são apresentados alguns aspetos que influenciam a iluminância média do local a iluminar.

- Dimensão e forma do local
- Disposição e tipo de mobiliário ou objetos de decoração no local
- Índice de reprodução de cor
- Características e posicionamento das lâmpadas e luminárias
- Limpeza e manutenção do local, luminárias e das lâmpadas

Através da figura 3.5 é possível ver um exemplo de um local de venda a retalho.



Figura 3.5. Exemplo de uma Área de Venda a Retalho (Philips, 2013)

4. Estudo Luminotécnico do Edifício do Mercado e da Peixaria

O estudo luminotécnico deste projeto começou com uma apresentação do Mercado Municipal e da Peixaria, por parte do Eng.º Santos Costa, chefe da divisão de infraestruturas e iluminação pública da Câmara Municipal de Coimbra.

Posteriormente houve uma visita para levantamento fotográfico, para que o desenho em 3D no programa *Dialux*® prosseguisse (Dialux, 2013).

O desenho em 3D foi muito minucioso de modo a que a simulação apresentasse resultados, o mais próximo possível da realidade. Todos os pormenores construtivos estão presentes na construção 3D, desde as bancas de venda, passando pelas tendas e acabando na estrutura do 1º piso do Mercado e da Peixaria.

Assim que a construção do edifício em 3D foi concluída foi agendada uma visita com o responsável do Mercado Municipal, o senhor Branquinho, para que fossem fornecidos os dados relativos às luminárias e às lâmpadas atualmente instaladas.

Assim que a simulação da instalação atual foi concluída, agendou-se uma reunião com o Eng.º Santos Costa e com a Arquiteta Teresa Freitas para discutir os pormenores construtivos e também para se proceder à escolha das luminárias.

Foram escolhidas algumas luminárias ao estilo que a Arquiteta escolheu, mas não obtendo resposta procedeu-se à escolha da mais indicada.

Posto isso procedeu-se a uma análise do edifício e da norma em vigor, obtendo os dados necessários para que o projeto arrancasse.

Através da análise das tabelas das superfícies de cálculo da simulação atual, conseguiu-se ter uma ideia de quais os locais que deviam ter mais ou menos iluminação.

As figuras 4.1, 4.2 e 4.3 mostram a distribuição dos principais pontos de luz, que se encontram atualmente aplicados nos edifícios do Mercado Municipal e da Peixaria.

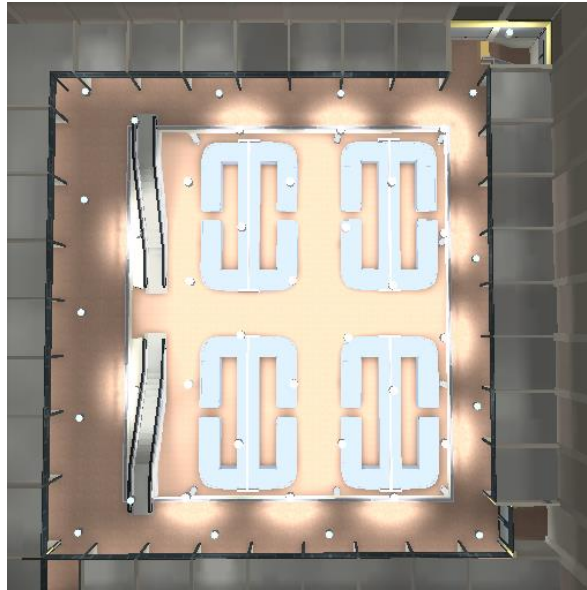


Figura 4.1. Principais pontos de luz do edifício da Peixaria



Figura 4.2. Principais pontos de luz do rés-do-chão do edifício do Mercado Municipal



Figura 4.3. Principais pontos de luz do 1º piso do edifício do Mercado Municipal

4.1. Descrição Física e Funcional do Edifício

O Mercado Municipal D. Pedro V localiza-se na Avenida Sá da Bandeira, perto do Pátio da Inquisição e da Câmara Municipal de Coimbra.

Este edifício é o principal ponto de venda de produtos regionais de cariz alimentar da região de Coimbra, situa-se perto da baixa da cidade, que é dos pontos atrativos e dedicado ao comércio tradicional.

O edifício é composto por dois pavilhões distintos, cada um deles dedicado ao comércio de diferentes produtos.

O pavilhão principal é composto por dois pisos, no rés-do-chão encontram-se à venda normalmente os produtos hortícolas, que podem ser vistos tanto nas bancadas centrais quer nas bancadas laterais (figura 4.4).



Figura 4.4. Bancas de Venda de Produtos hortícolas (Cortez a, 2013)

Também no rés-do-chão mas nas zonas laterais interiores do edifício se encontram os talhos. Junto às escadas rolantes de acesso ao 1º piso encontra-se uma pequena zona dedicada à restauração e também à venda de produtos infantis.

O 1º piso do mercado é composto na sua maioria por lojas onde se comercializam vestuário, alguns talhos, panificação e comércio de frutas.

A única banca dedicada à venda de produtos está situada a Oeste do piso junto às casas de banho.

No 1º piso também se pode constatar a presença de três varandas, com vista para as bancas de produtos hortícolas que ficam no rés-do-chão, com quatro tendas entre varandas dedicadas à venda de panificação.

O teto do mercado apresenta-se numa forma de cúpula com uma estrutura arquitetónica de ferro de desenho tradicional, constituído também por três claraboias situadas em cada uma das varandas o que proporciona durante o dia uma boa capacidade iluminação com luz natural.

Existe uma outra estrutura de ferro junto às escadas rolantes, também ela com uma claraboia.

As imagens que se seguem mostram o formato da estrutura que sustenta o telhado do edifício do Mercado (figura 4.5).



Figura 4.5. 1º Piso do Mercado Municipal (Cortez b, 2013)

O outro pavilhão que compõe o Mercado é o da peixaria, que é composto por dois pisos.

No rés-do-chão encontram-se as bancas e lojas de venda de pescado e algumas lojas que se dedicam à venda de flores.

O 1º piso é exclusivamente composto por lojas nas suas zonas laterais, com uma arquitetura em forma de varanda proporcionando assim uma zona central ampla e com a iluminação natural a poder ser aproveitada no rés-do-chão.

As bancas principais do rés-do-chão estão situadas na zona central por baixo da cúpula da peixaria existindo também outras na zona Norte e Sul do rés-do-chão.

Tal como no outro pavilhão o teto é composto por uma estrutura de ferro em forma de cúpula e também por claraboias situadas na zona central do edifício (figura 4.6).

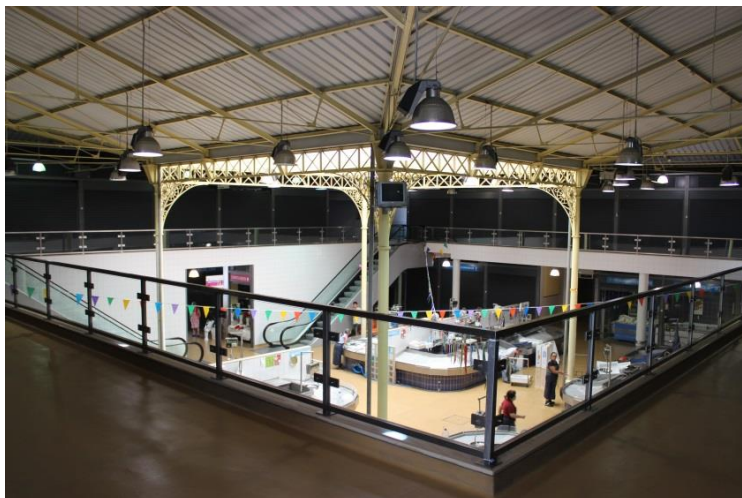


Figura 4.6. 1º Piso da Peixaria (Cortez c, 2013)

Durante todo o ano o Mercado Municipal D. Pedro V está aberto ao público, encerrando apenas aos Domingos.

O acesso do público ao edifício do Mercado é possível a partir das sete horas da manhã encerrando às dezanove horas. Durante este período de acesso ao público as luminárias encontram-se ligadas na sua totalidade, tanto de Inverno como de Verão.

Existe outro horário de funcionamento, embora exclusivo ao abastecimento do Mercado e dividido em três períodos distintos do dia (figura 4.7).



Figura 4.7. Cais de carga e descarga (Google b, 2013)

O primeiro período de abastecimento inicia às seis horas e termina às dezanove horas e trinta minutos. O segundo período de abastecimento começa às dezassete horas e dura até às dezanove horas, encontrando-se ligadas a totalidade das luminárias para ambos os períodos. Estes períodos não influenciam no normal funcionamento da iluminação.

O último período de abastecimento com influência na quantidade de luminárias que se encontram ligadas realiza-se entre as vinte e uma horas e as vinte e quatro horas. Neste período apenas estão acesas as luminárias indispensáveis, dependendo da zona em que é realizado o respetivo abastecimento.

Por último é de referir que o Mercado é composto por três zonas de acesso ao rés-do-chão, uma pela fachada lateral Norte do Mercado e outras duas pelos dois elevadores situados tanto a Este como a Oeste do edifício.

O acesso ao 1º Piso do edifício pode ser feito em diversos pontos. Na entrada situada também na fachada Norte do Mercado, pela zona da peixaria e ainda pelos elevadores que também dão acesso a este piso.

A peixaria tem uma entrada a Este cujo acesso pode ser feito a partir do exterior do edifício. Tem também uma entrada a Oeste que faz a ligação com o 1º piso do Mercado. Existem ainda duas entradas no 1º piso da peixaria que permitem o acesso a partir do estacionamento superior do edifício.

A figura 4.8 mostra todos os pontos que dão acesso ao interior do edifício do Mercado e da Peixaria.



Figura 4.8. Acessos ao Interior do Mercado e Peixaria (Google c, 2013)

Pode-se concluir que o Mercado Municipal D. Pedro V está situado numa área bastante agradável, encontrando-se bem guarnecido ao nível de acessos ao seu interior.

4.2. Lâmpadas e Luminárias Existentes Atualmente no Interior do Edifício

A partir das deslocações efetuadas ao Mercado Municipal e dos dados fornecidos pelo seu responsável, foi possível fazer um levantamento do tipo de luminárias e lâmpadas atualmente implantadas.

A seguir será feita uma apresentação das luminárias e lâmpadas que se encontram implantadas, no Mercado Municipal e na Peixaria.

4.2.1. Lâmpada principal de corredor

Este tipo de lâmpada (figura 4.9) é aplicado nas luminárias gerais do mercado (figura 4.10), encontram-se nas zonas de passagem que dão acesso às lojas e às bancas por parte dos transeuntes, exceto no pavilhão da peixaria.

Marca/Modelo- Philips® *MASTERColour* CDM-T 70W 830 G12



Figura 4.9. Lâmpada Philips® MASTERColour CDM-T 70W 830 G12 (Getalamp a, 2013)

Características elétricas

- Potencia Elétrica: 70 W
- Tensão de Funcionamento: 230 V

Características Fotométricas

- Temperatura de Cor: 3070 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 84 Ra8
- Fluxo Luminoso: 6600 Lm

- Título da Cor: Luz Quente

Características Físicas

- Casquilho: G12
- Vida Média: 12000 horas

Este tipo de lâmpada de descarga é preferível relativamente às lâmpadas incandescentes e de halógeno, pois apresentam uma temperatura de cor bastante estável ao longo da vida proporcionando assim boa eficiência energética.

Caracteriza-se por ser uma lâmpada que apresenta bastante conforto em termos de calor emitido, tendo também uma excelente restituição de cores e baixa manutenção.



Figura 4.10. Luminária Principal de Corredor (Disano a, 2013)

4.2.2. Lâmpada Geral do Pavilhão da Peixaria

Este tipo de lâmpada (figura 4.11) é aplicada nas luminárias da peixaria (figura 4.12), exceto na nave principal, encontram-se em zonas de passagem para acesso às lojas ou às bancas laterais por parte dos transeuntes.

Marca/Modelo- Philips® MASTERCcolour CDM-T Elite 70w/942 G12



Figura 4.11. Lâmpada Philips® MASTERCcolour CDM-T Elite 70w/942 G12 (Getalamp b, 2013)

Características elétricas

- Potencia Elétrica: 70 W
- Tensão de Funcionamento: 230 V

Características Fotométricas

- Temperatura de Cor: 4200 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 90 Ra8
- Fluxo Luminoso: 7200 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas

- Casquilho: G12
- Vida Media: 12000 horas

Este tipo de lâmpada de descarga é consideravelmente melhor em relação às lâmpadas incandescentes e de halogéneo, pois apresentam uma temperatura de cor bastante estável ao longo da vida proporcionada pela sua boa eficiência energética.

Caracteriza-se por ser uma lâmpada que apresenta bastante conforto em termos de calor emitido, tendo também uma excelente restituição de cores e baixa manutenção.



Figura 4.12. Luminária Geral da Peixaria (Disano a, 2013)

4.2.3. Lâmpada das Cúpulas

Este tipo de lâmpada (figura 4.13) de grande potência é utilizada nas luminárias das cúpulas (figura 4.14) do piso 1 do Mercado e do pavilhão da Peixaria. As lâmpadas instaladas são de grande potência para que a iluminação consiga atingir a zona das bancas.

Marca/Modelo- Osram® HQI-E 250W/N/SI



Figura 4.13. Lâmpada Osram® HQI-E 250W/N/SI (Getalamp c, 2013)

Características elétricas

- Potencia Elétrica: 250 W
- Tensão de Funcionamento: 128 V

Características Fotométricas

- Temperatura de Cor: 4000 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 69
- Fluxo Luminoso: 21500 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas

- Casquilho: E40
- Vida Media: 10000 horas

Este modelo de lâmpada é do tipo de descarga de iodetos metálicos de alta intensidade, usam-se em luminárias fechadas.

Tem como características a evidenciar, a sua longa vida para uma lâmpada deste tipo, porém apresentam um fator de degradação de aproximadamente 40 % a partir das 8000 horas.

Usam-se na sua maioria em para iluminar edifícios do tipo salões de exposição, feiras, comercio, ginásios e salas multiusos.



Figura 4.14. Luminária das Cúpulas (Cortez d, 2013)

4.2.4. Lâmpada Armadura de Vidro

Este tipo de lâmpada (figura 4.15) é aplicado em algumas luminárias de uso geral, podendo encontrar-se sobretudo nos corredores que dão acesso às camaras de frio, cais de carga e descarga e em outras zonas interditas ao público.

Marca/Modelo- Philips® MASTER PL-L18W/840/4p



Figura 4.15. Lâmpada Philips® MASTER PL-L18W/840/4p (Getalamp d, 2013)

Características elétricas

- Potencia Elétrica: 18 W
- Tensão de Funcionamento: 230 V

Características Fotométricas

- Temperatura de Cor: 4000 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 82 Ra8

- Fluxo Luminoso: 1200 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas

- Casquilho: 2G11
- Vida Média: 15000 horas

Esta lâmpada é do tipo fluorescente compacta, de baixo consumo e por isso bastante eficiente.

O seu formato é constituído por dois tubos paralelos, criando assim a ilusão de ser constituída por duas lâmpadas em vez de uma.

4.2.5. Lâmpada de parede das entradas

Este tipo de lâmpada (figura 4.16) é aplicada nos apliques de parede nas entradas do mercado (figura 4.17). Encontram-se em todas as zonas de passagem afetas ao público que dão acesso ao interior do mercado. A entrada de acesso ao pavilhão da peixaria também é iluminada por este tipo de lâmpada.

Marca/Modelo- *Philips® GENIE 18W WW E27*



Figura 4.16. Lâmpada Philips® GENIE 18W WW E27 (Getalamp e, 2013)

Características elétricas

- Potência Elétrica: 8 W
- Tensão de Funcionamento: 230 V

Características Fotométricas

- Temperatura de Cor: 2700 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 81 Ra8
- Fluxo Luminoso: 435 Lm
- Título da Cor: Luz Quente

Características Físicas

- Casquilho: E27
- Vida Media: 15000 horas

Esta lâmpada é do tipo fluorescente compacta e apresenta como principais características o seu baixo consumo, aliado a uma longa duração de vida útil.



Figura 4.17. Luminária dos Apliques de Entrada (Simes, 2013)

4.2.6. Análise das Lâmpadas Atuais

Pode-se concluir que de um modo geral, as lâmpadas escolhidas não são as mais indicadas para um estabelecimento deste tipo.

As luminárias mais comuns do edifício do Mercado apresentam temperaturas de cor quente, quando deviam ter temperatura de cor neutra superior a 3300K.

As luminárias das cúpulas também têm lâmpadas que não são indicadas pois o IRC delas apresenta valores na ordem dos 69, quando no mínimo haviam de ter pelo menos 80 de IRC.

Um outro parâmetro a ter em conta na maior parte das lâmpadas que constam atualmente no Mercado e na Peixaria é a baixa vida útil que apresentam.

4.3. Simulação Atual *Dialux*[®]

O presente capítulo aborda a construção do Mercado Municipal e da Peixaria através do software de simulação luminotécnica *Dialux*[®] (Dialux, 2013).

A elaboração de um projeto através de um *software* deste tipo mostra de forma mais realista, os valores dos parâmetros pretendidos num projeto de iluminação.

Primeiro foi escolhida uma construção única, onde o Mercado e a Peixaria estavam contidos no mesmo ficheiro, porem teve-se de abandonar essa ideia pois á medida que a construção avançava, tornou-se praticamente impossível trabalhar no ficheiro, devido ao elevado número de objetos que eram usados na sua construção, que tornaram o *software* bastante lento.

Então optou-se por separar o espaço do Mercado do espaço da Peixaria, o que viria resultar muito bem, tendo em conta que os ficheiros ficaram bastante mais leves e com isso foi possível aumentar o nível de detalhe dos elementos construtivos de ambos os espaços.

A primeira ideia foi construir os espaços com o máximo de detalhe possível para a simulação ser mais realista, e o primeiro impacto quando se contacta com o trabalho ser bastante mais agradável.

A construção dos elementos em detalhe no *Dialux*[®] é um pouco trabalhosa de realizar, sobretudo quando se está a trabalhar com medidas inferiores a 10 cm e objetos bastante complexos. A única maneira de conseguir vencer essas limitações é o recurso a *software* de construções em 3D ou fazer uma construção em separado dos vários elementos que constituem cada objeto pretendido, o que demora bastante tempo, ainda mais visto os edifícios apresentarem elementos bastante complexos (Dialux, 2013).

Um bom exemplo dessa complexidade é a estrutura do telhado da peixaria que apresenta formas construtivas dos mais variados géneros, como pode ser verificado através da visualização da figura 4.18, ou mesmo as bancas de forma arredondada presentes no edifício do Mercado, que tiveram de ser construídas através do *software Autodesk*[®] *Inventor* (Autodesk, 2013).



Figura 4.18. Estrutura da Peixaria em 3D

Como em qualquer projeto luminotécnico, quer seja através do recurso a *software* ou método de cálculo, existe a necessidade de se considerarem coeficientes de reflexão para os elementos construtivos mais importantes, como é o caso do teto, paredes e chão.

Os valores adotados são valores padrão e são os seguintes (Creder, 2007):

- **Teto** - 70%
- **Paredes** - 50%
- **Chão** - 20%

Outros valores que se têm de considerar são os da iluminância média, uniformidade e encadeamento, que na maior parte dos casos estão normalizados como é o exemplo da zona das bancas, que é tratada como sendo uma zona de venda a retalho, mas atendo ao perfil do Mercado e Peixaria não estarem bem presentes na EN 12464-1, foram adotados valores ao critério do projetista para áreas que não estão discriminadas na presente norma em vigor, que podem ser consultados abaixo (EN 12464-1, 2011).

Iluminância Média- 300 lux a uma altura de 1 metro e 25 centímetros, referentes á altura das bancas da zona central da peixaria, e o mesmo valor de iluminância média medidos a uma altura de 1 metro e cinco centímetros nas bancas do edifício do Mercado.

Nas zonas periféricas aos espaços de venda a retalho adotou-se como valor mínimo de iluminância os 200 lux, tal como referido na norma, medidos á mesma altura das zonas de venda a retalho.

No 1º piso do Mercado e da Peixaria os valores adotados são de 200 lux, medidos a uma altura de 1 metro e 50 centímetros.

Uniformidade- a uniformidade é igual para todas as zonas do presente projeto e tem um valor de 0,4.

Encadeamento- os valores do encadeamento para as zonas de venda a retalho tem um valor limite de 22, enquanto para zonas de passagem pode atingir valores de 28 sempre medidos a uma altura de 1 metro e 20 centímetros.

4.3.1. Peixaria

Como já foi referido anteriormente foi feita uma análise para três zonas distintas da Peixaria, como tal os valores obtidos e as condições a que os mesmos estão sujeitos vão variar, estando uns sujeitos às normas em vigor e os restantes ao critério do projetista.

A figura 19 mostra uma fotografia da Peixaria onde é possível visualizar, o espaço central com a iluminação real.

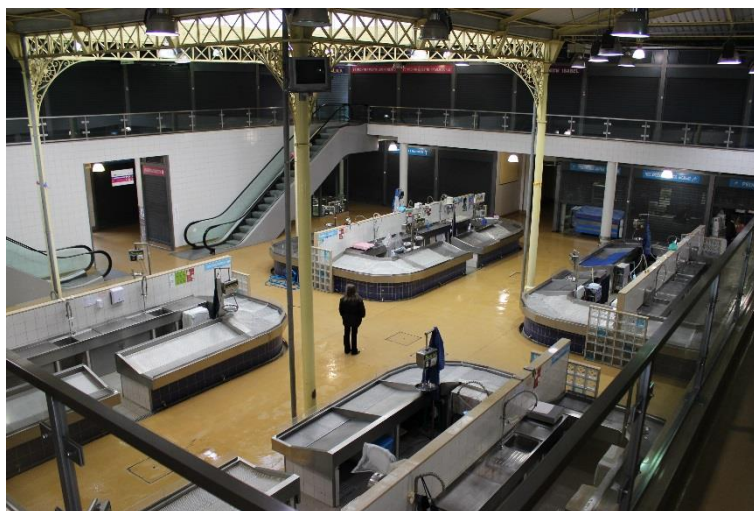


Figura 4.19. Imagem real da zona central da Peixaria (Cortez e, 2013)

A zona mais importante da Peixaria é a zona central, pois é a zona onde os produtos estão mais expostos, e como tal é considerada um espaço de venda a retalho. Como se pode verificar na figura 4.20, existe um excesso dos níveis de iluminância média.

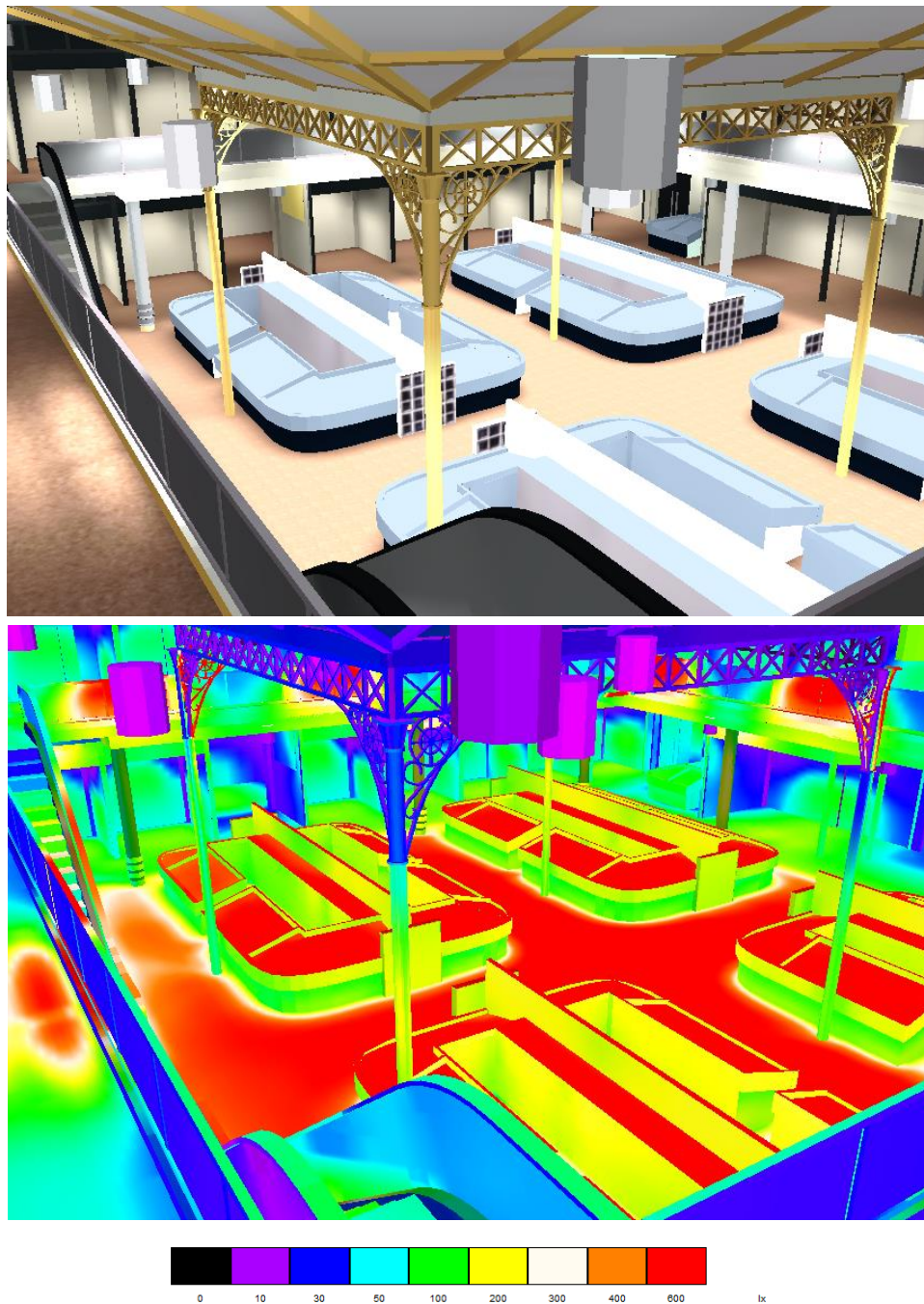


Figura 4.20. Simulação atual da zona central da Peixaria (cores falsas)

Os valores médios de iluminância nesta zona atingem valores superiores a 600 lux, como se pode verificar através do contraste a vermelho, que é aproximadamente o dobro dos valores estipulados na norma EN 12464-1 que são de 300 lux (contraste branco) (EN 12464-1, 2011).

Estes valores estão diretamente relacionados com o tipo de luminária aplicada nesta zona, bem como o fluxo luminoso que estas emitem, que são valores demasiado elevados para uma aplicação deste tipo, o que indica que as luminárias poderão estar mal distribuídas ou que a potência das lâmpadas não é a mais indicada para haver uma homogeneidade que vá de encontro á iluminação pretendida para o espaço.

Ao nível do encadeamento a zona central apresenta valores inferiores ao estipulado na norma EN 12464-1 para um local de venda a retalho (EN 12464-1, 2011).

Existem também bancas, na zona lateral da Peixaria, como se pode verificar através da figura 4.21, cujos valores de iluminância média na ordem dos 100 lux (contraste verde), são três vezes inferiores ao especificado na norma EN 12464-1, o que mostra uma grande discrepância de valores para espaços que deviam ter contrastes iguais ou muito parecidos como se pode verificar na figura 4.22 (EN 12464-1, 2011).



Figura 4.21. Imagem real das bancas laterais da Peixaria (Cortez f, 2013)

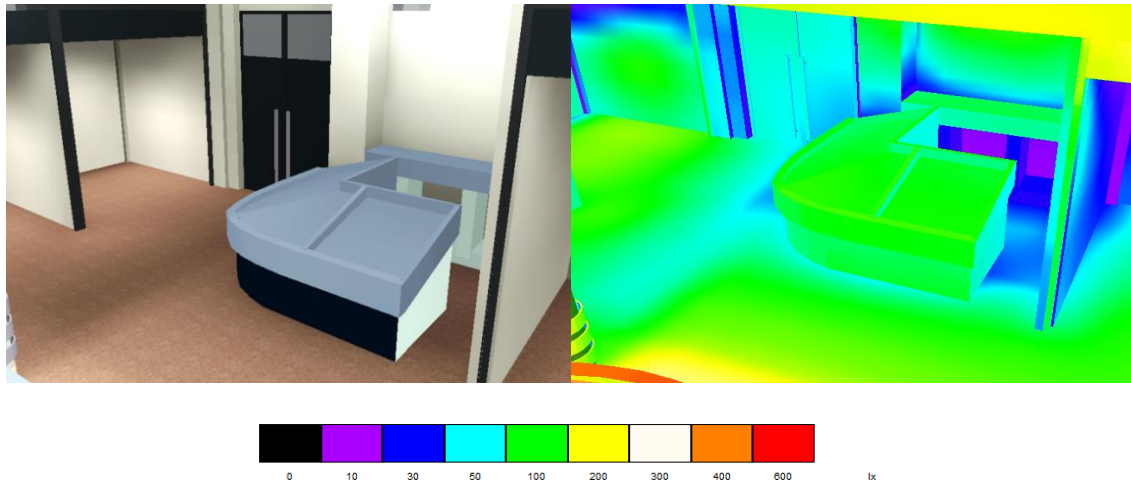


Figura 4.22. Simulação atual das bancas laterais da Peixaria (cores falsas)

A iluminação na zona periférica do rés-do-chão, também apresenta valores de iluminância demasiado baixos para os estipulados na realização deste projeto, que andam na ordem dos 200 lux para zonas nas imediações da área de tarefa.

O corredor que fica a Oeste apresenta valores inferiores a 100 lux, tal como a restante área periférica que apresenta também valores aquém dos 200 lux pretendidos, como era de esperar pelas visitas efetuadas ao local aquando do levantamento de luminárias.

No que diz respeito à uniformidade o limite mínimo de 0,4 é cumprido em todas essas zonas.

O encadeamento apresenta valores, em alguns pontos, superiores aos 22 pretendidos.

Mas como na norma não é feita nenhuma referência às zonas periféricas pode-se talvez admitir valores até 28.

Nota-se, por isso, que não houve grande cuidado em oferecer uma iluminação necessária para que a qualidade de iluminação e o impacto visual não causem desconforto ao público que se desloca fora das áreas de tarefa.

Na figura 4.23 e 4.24 é possível verificar a diferença de contraste nas zonas periféricas do rés-do-chão, bem como a distribuição da iluminância nessas zonas em comparação.

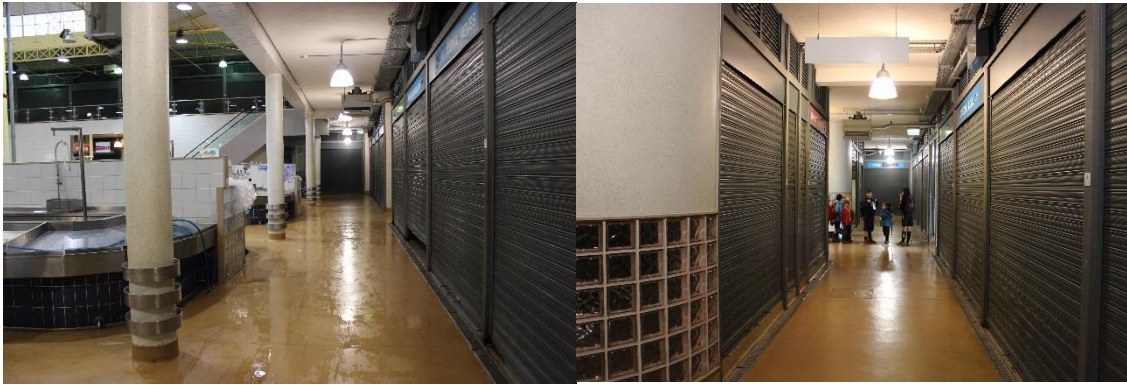


Figura 4.23. Imagem real dos corredores laterais do rés-do-chão da Peixaria (Cortez g, 2013)

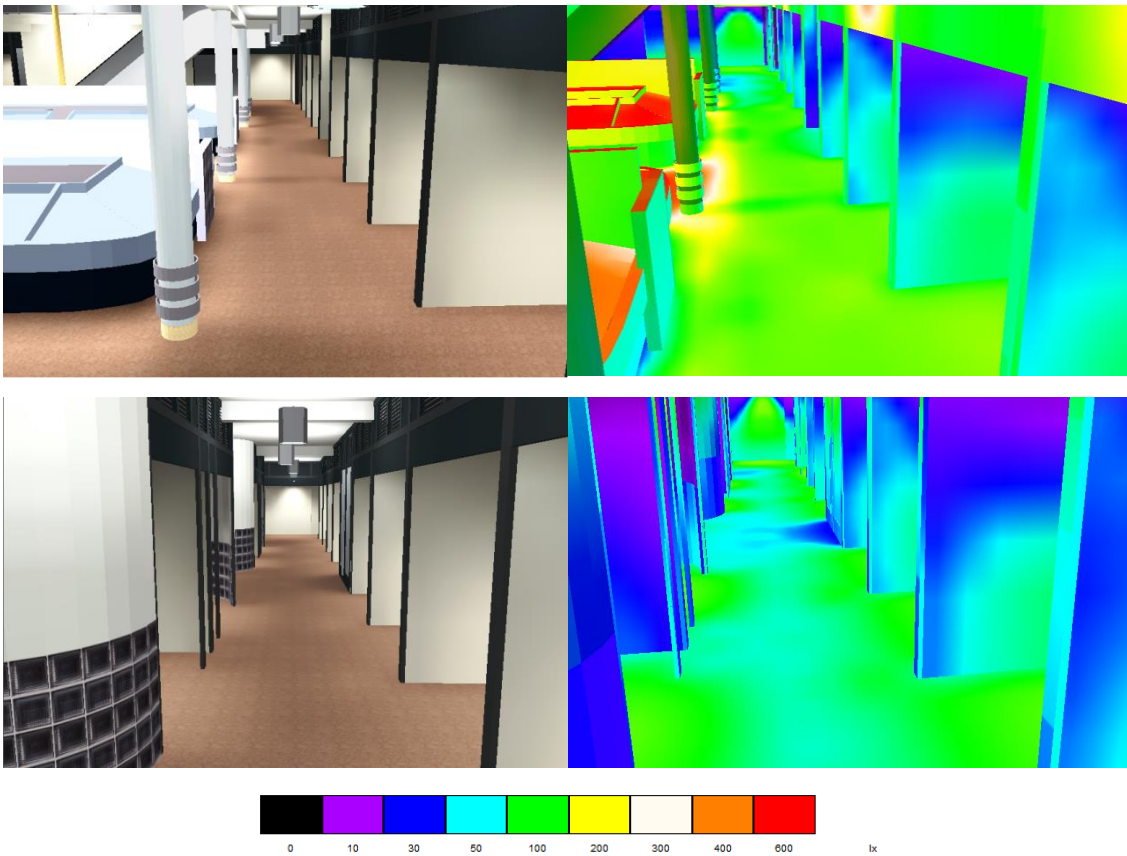


Figura 4.24. Simulação atual do rés-do-chão da Peixaria (cores falsas)

A qualidade de iluminação no 1º piso apresenta valores de iluminância muito inferiores aos estipulados.

Na zona das varandas os resultados obtidos foram sempre inferiores aos 100 lux, valor este que não cumpre o mínimo dos 200 lux esperados. Estes resultados tendem a piorar, existindo também valores muito dispersos, sobretudo nos pontos que foram medidos perto dos envidraçados.

Esses valores dispersos são resultado sobretudo da proximidade e elevado fluxo luminoso, que as luminárias que estão posicionadas para iluminar a zona central do rés-do-chão emitem.

O nível de encadeamento também apresenta valores elevados, em relação aos 22 estipulados, mesmo considerando como zonas de passagem, existem pontos do espaço onde o encadeamento atinge valores superiores aos 28 normalizados, atingindo valores de 30.

Na zona das escadas apesar de haver uniformidade de iluminação, os valores obtidos não cumprem o valor imposto pela norma, que são de aproximadamente 100 lux ao nível do chão.

Como referido a cima, é de notar pontos com um contraste a vermelho que mostra a grande proximidade das luminárias de 250 W em relação aos envidraçados, em sentido inverso está a zona com contraste azul, que tem valores inferiores a 100 lux, como se pode verificar nas imagens da figura 4.25 e 4.26.

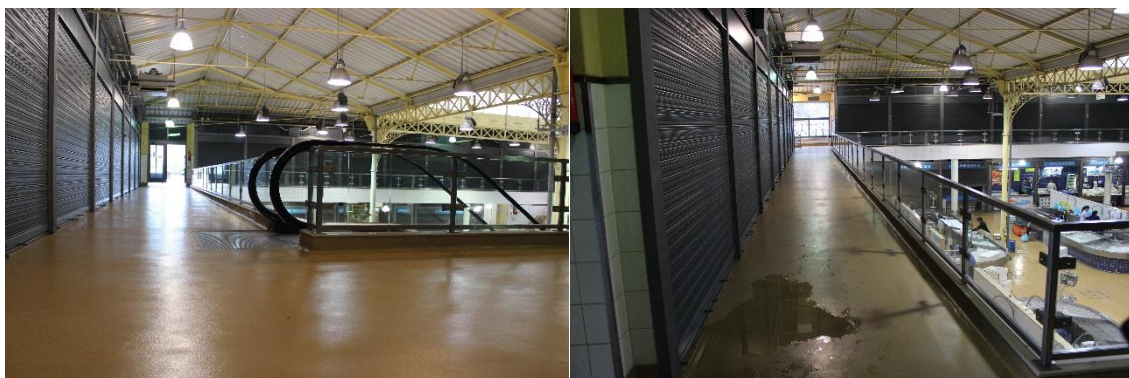


Figura 4.25. Imagem real dos corredores laterais do 1º piso da Peixaria (Cortez h, 2013)

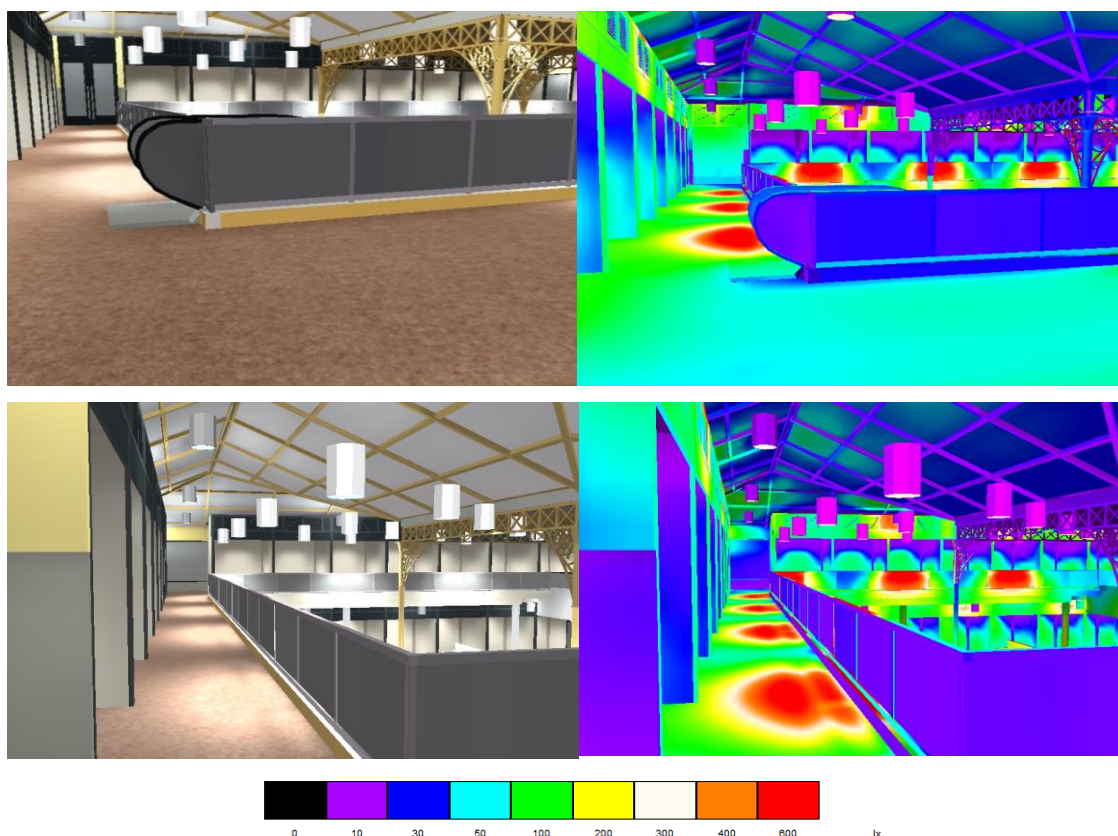


Figura 4.26. Simulação atual da Peixaria 1º Piso (cores falsas)

A partir dos dados obtidos através de simulação no programa *Dialux*[®] para a Peixaria com as luminárias atuais, conclui-se que a iluminação atual não está dimensionada da forma mais eficiente com o pretendido atualmente, pois existe um excesso de iluminação na zona central e um défice nas restantes zonas. Pode levar a crer que o antigo projetista preocupou-se principalmente em iluminar bem a zona central (Dialux, 2013).

4.3.2. Rés-do-Chão do Edifício do Mercado Municipal

A presente simulação foi dividida em duas zonas distintas, a zona das bancas de venda a retalho e a zona afeta ao público.

A zona mais crítica é a zona das bancas que apresenta valores de iluminância média de aproximadamente 100 lux, valores esses que ficam muito aquém dos 300 lux impostos na norma. As bancas laterais apresentam também na sua maioria valores inferiores aos

100 lux pretendidos, tendo influencia direta no aspeto que os produtos em exposição têm aos olhos dos compradores.

Através da figura 4.27 é possível ter uma ideia real aproximada, das condições de iluminação no rés-do-chão do edifício do Mercado.



Figura 4.27. Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado (Cortez i, 2013)

Um outro aspeto a assinalar é a má distribuição das luminárias pois a uniformidade da iluminação não cumpre o valor imposto, segundo a norma, de 0,4.

Através da figura 4.28 pode ser visível a má iluminação que as bancas apresentam.

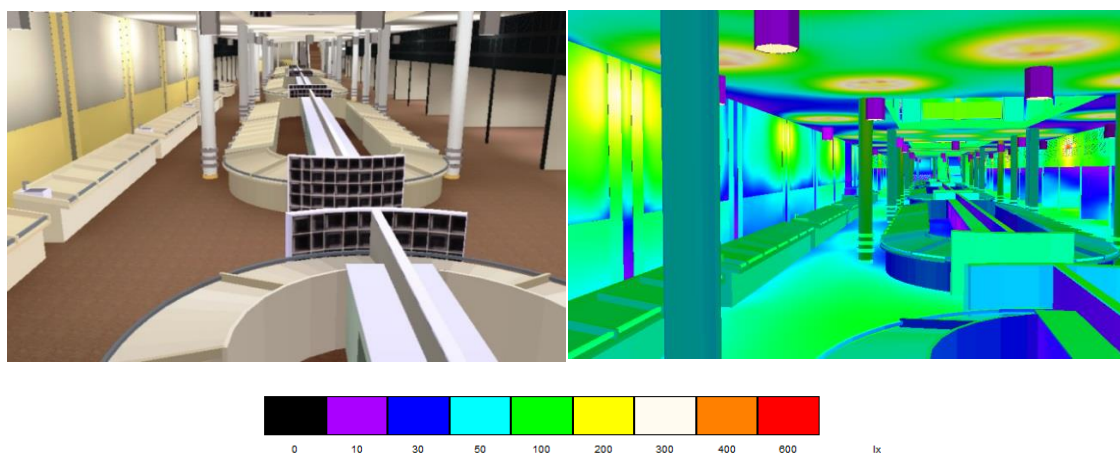


Figura 4.28. Simulação atual do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)

As áreas das escadas rolantes que dão acesso ao 1º andar do Mercado, e das escadas situadas do lado dos CTT, são zonas onde existe um grande défice de iluminação, como se pode verificar através da figura 4.29.



Figura 4.29. Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado (Cortez j, 2013)

Essas zonas apresentam valores de iluminância média de aproximadamente 100 lux, que segundo a norma EN 12464-1, deviam apresentar valores de 200 lux ou mais, tendo em conta que estão nas imediações das áreas de tarefa (EN 12464-1, 2011).

Ao nível do encadeamento a zona de acesso a Oeste apresenta valores inferiores a 22, valores que estão dentro dos pretendidos.

Já a zona das escadas rolantes tem valores superiores a 30, o que tratando-se de uma área de venda a retalho apresenta valores muito elevados, que pode causar algum desconforto ao público que frequenta o local.

Os níveis de iluminância nessas zonas podem ser observados através figura 4.30. O contraste azulado diz respeito a valores de iluminância compreendidos entre os 50 e 100 lux, enquanto o esverdeado tem valores compreendidos entre os 100 e 200 lux.

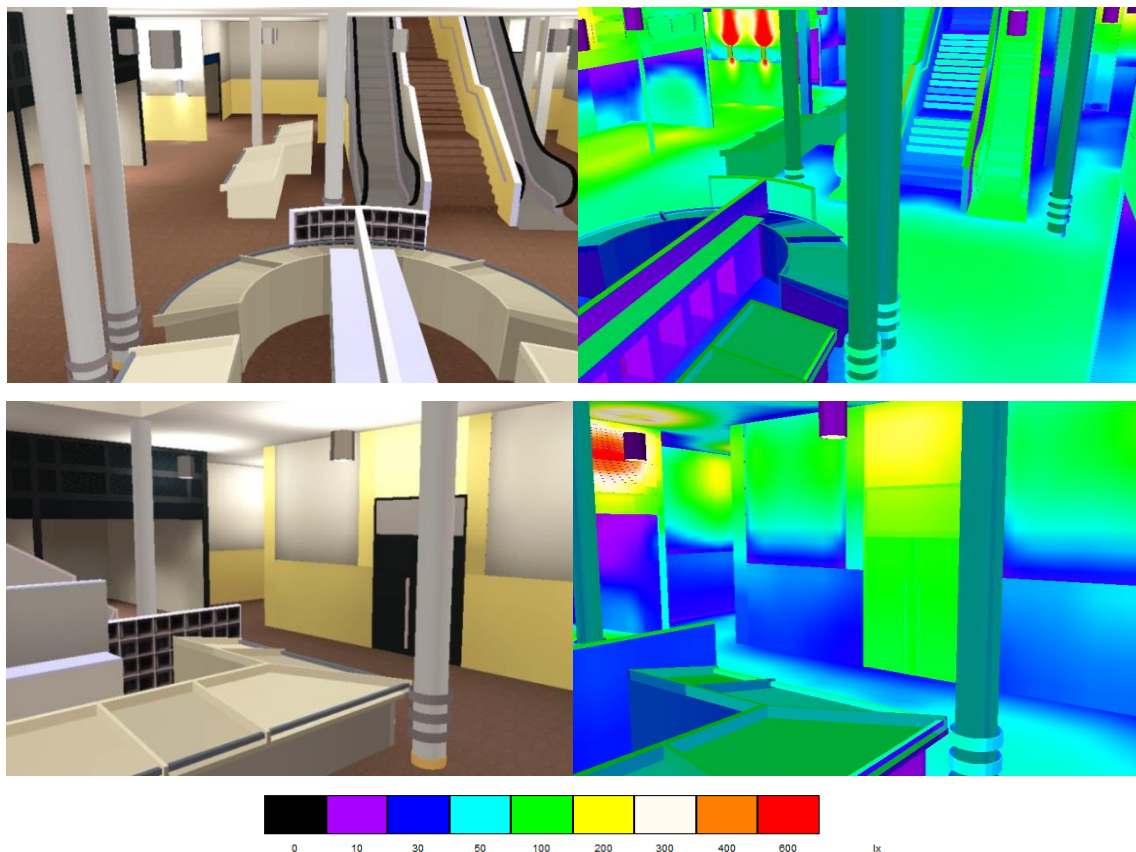


Figura 4.30. Simulação atual do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)

As zonas de passagem de público deviam apresentar valores superiores a 200 lux de modo a existir iluminação de qualidade, atendendo a estarem muito próximas das bancas. Na maior parte das áreas de passagem os 200 lux não se verificam, o que torna o rés-do-chão um local com um aspeto algo enfadonho do ponto de vista da iluminação.

O encadeamento nesses espaços também é relativamente elevado tendo em consideração o tipo de instalação, que segundo as normas não deviam passar dos 22.

Uma das zonas de passagem pode ser vista na da figura 4.31 e 4.32, que como se pode apreciar através da imagem real e de cores falsas, apresenta valores de iluminância baixa.

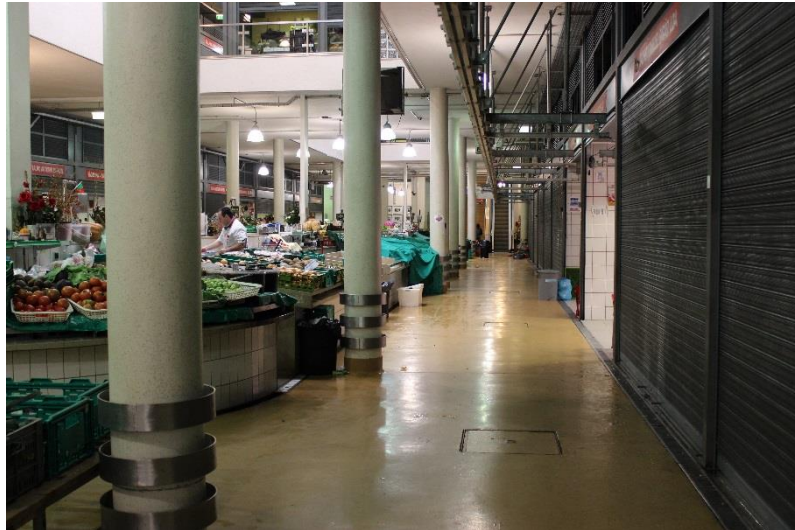


Figura 4.31. Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado (Cortez k, 2013)

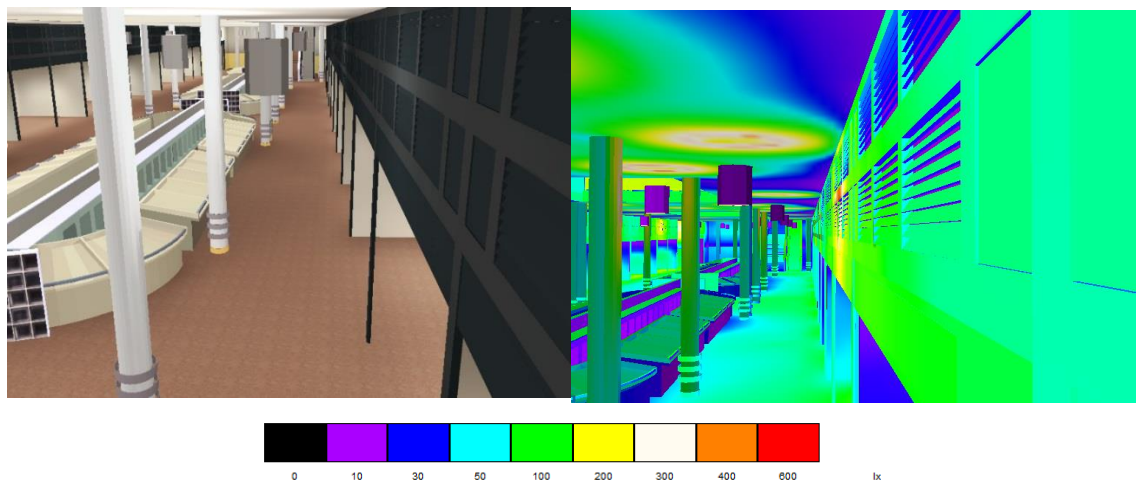


Figura 4.32. Simulação atual do rés-do-chão do Mercado (cores falsas)

Atendendo aos resultados da simulação em *Dialux*[®], pode-se afirmar que no geral a iluminação do rés-do-chão do edifício do Mercado, apresenta na sua maioria uma má distribuição das luminárias (Dialux, 2013).

4.3.3. 1º Piso do Edifício do Mercado Municipal

O 1º piso do Mercado é constituído por espaços de passagem que dão acesso às lojas, sendo que na maioria dos casos a compra dos artigos faz-se a partir do exterior da loja, existindo assim necessidade de ter uma iluminação uniforme para que o impacto da diferença de iluminação no interior e exterior não seja muito elevado.

Existe apenas uma bancada de venda a retalho que fica situada no extremo Oeste do Mercado, e como seria aceitável os valores da iluminância média deveriam rondar 300 lux à altura da área de tarefa.

Os valores obtidos são de apenas 158 lux, o que já era de esperar pelo aspeto escuro que o Mercado apresenta naquela zona, como se pode verificar através da figura 4.33. Mas nem todos os aspetos são negativos, a uniformidade apresenta valores bastante satisfatórios, não justificando apesar disso a escassa iluminação.



Figura 4.33. Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado (cortez l, 2013)

O espaço ao redor da banca também apresenta uma iluminância fraca, atingindo como valor médio apenas os 158 lux, valor esse que é inferior a 200 lux estipulados quando da execução da simulação.

No que diz respeito ao encadeamento os valores passam ligeiramente dos 22, sendo valores admissíveis tendo em conta a geometria do edifício e a disposição das lojas.

Na figura 4.34 é possível apreciar os níveis de iluminação, bem como a sua distribuição em redor daquele espaço.

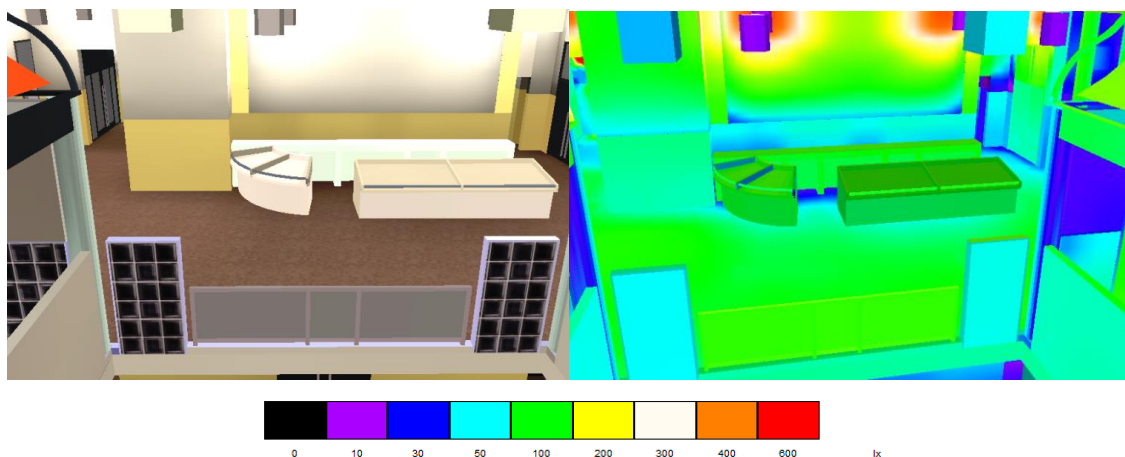


Figura 4.34. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)

Os espaços de passagem como, por exemplo, os corredores laterais e o *hall* de entrada que fica no extremo Este do Mercado, apresentam valores de iluminância média de apenas 100 lux, valores esses que ficam muito aquém dos 200 lux previstos.

Também nas zonas de passagem junto às tendas que ficam situadas entre varandas, se pode observar uma iluminância média insuficiente e um pouco abaixo de 200 lux, apresentando valores na ordem dos 170 lux. Apesar dos baixos valores a uniformidade de iluminação cumpre sempre os valores previstos na norma EN 12464-1 (EN 12464-1, 2011).

No que se refere ao encadeamento conclui-se que é demasiado elevado considerando um local de venda a retalho, mas tendo em conta que só existe uma pequena banca, que também se pode considerar zona de passagem, já se admitem valores de encadeamento que podem chegar aos 28. Mas mesmo considerando como valor máximo 28, existem certas zonas onde passa acima dos 30, como é o caso do *hall* de entrada.

As imagens das figuras 4.35 e 4.36 mostram a iluminação, bem como a sua distribuição ao longo dos espaços de passagem afetos à circulação de público, através de uma imagem real e de cores falsas.

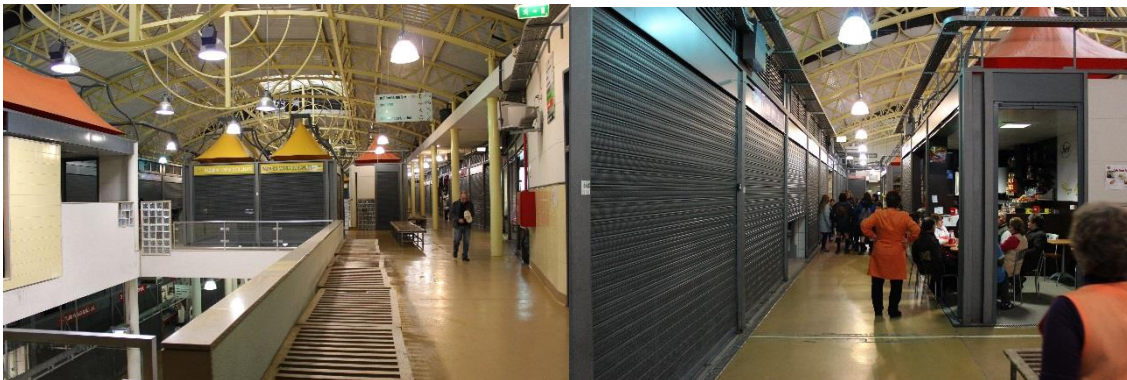


Figura 4.35. Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado (Cortez m, 2013)

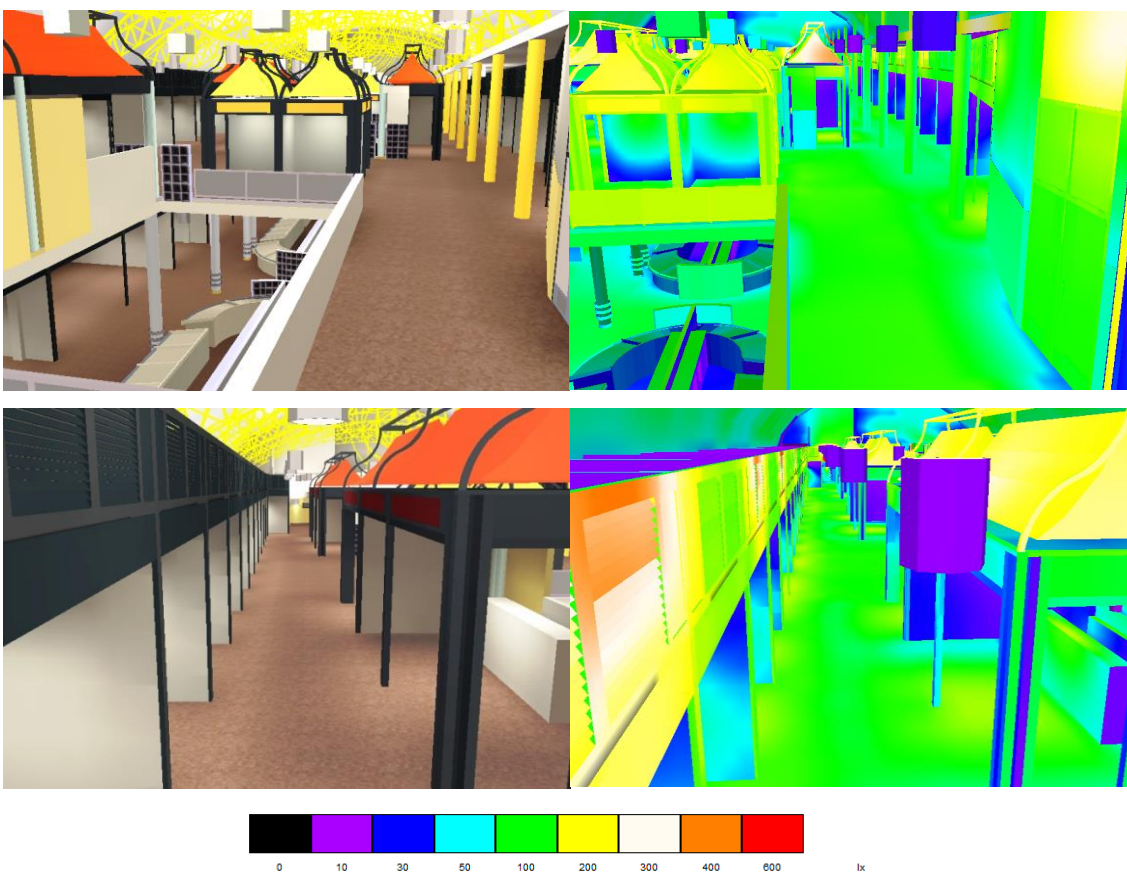


Figura 4.36. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)

As figuras 4.37 e 4.38, mostram o *hall* de entrada junto das escadas rolantes através de imagens reais e de cores falsas.



Figura 4.37. Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado (Cortez n, 2013)

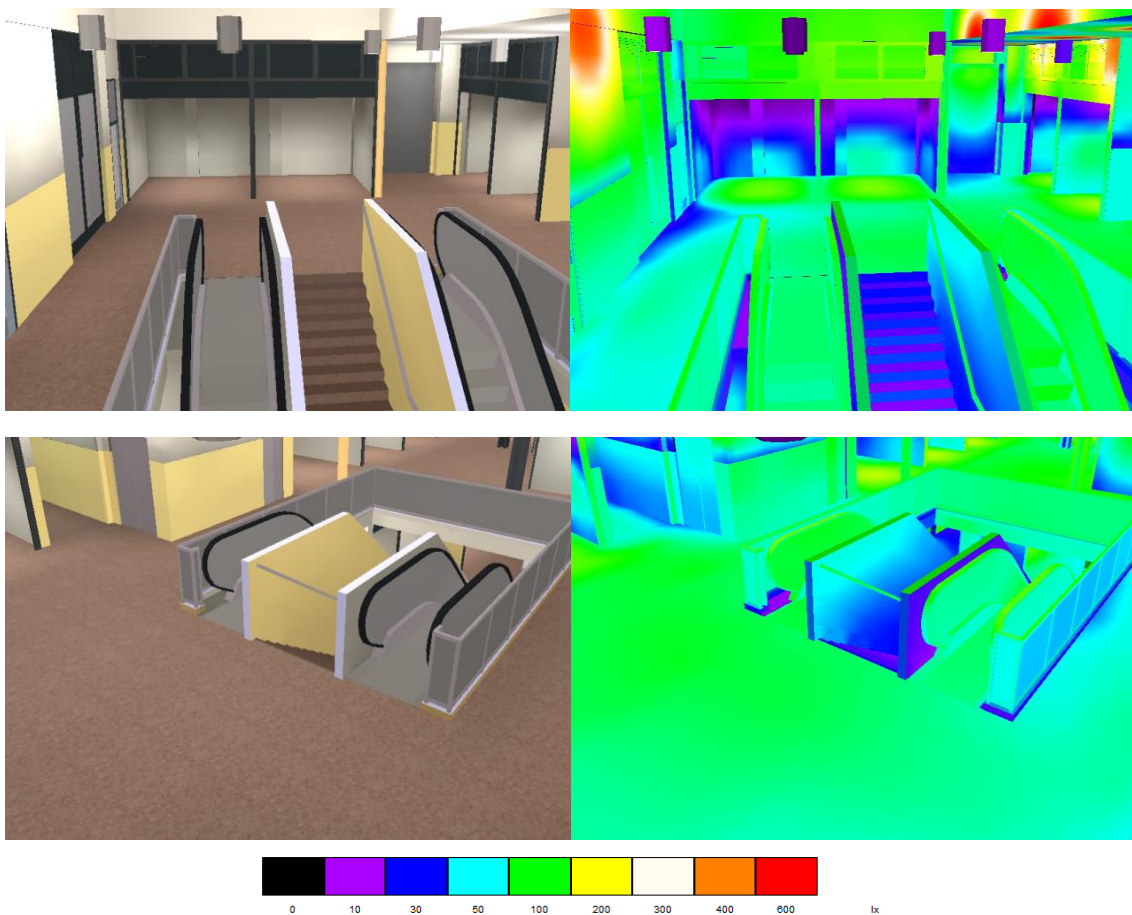


Figura 4.38. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)

De um modo geral não existe nenhuma zona do 1º piso do Mercado que tenha a quantidade de iluminação prevista na realização deste projeto, o que pode ser facilmente justificada pela pouca quantidade de luminárias presentes.

5. Projeto Proposto

No presente capítulo é elaborado um estudo que conjuga a qualidade de iluminação, com o conforto de quem circula no espaço a iluminar.

São apresentadas as luminárias escolhidas, dentro do estilo imposto pela Arquiteta Teresa Freitas da Câmara Municipal de Coimbra, bem como as que foram escolhidas pelo projetista para compensar o fluxo luminoso que estava em falta em determinadas zonas, devido ao perfil geométrico e arquitetónico que os edifícios apresentam.

Foram realizadas simulações com as luminárias escolhidas, de modo a cumprir as exigências que o espaço em causa necessita, tentando sempre cumprir a norma. Houve alguns parâmetros que não vinham discriminados na norma, que foram escolhidos pelo projetista, atendendo sempre ao conforto das pessoas que circulam nos espaços a projetar.

5.1. Iluminação Proposta *Dialux*[®]

O presente projeto de iluminação proposto tinha como principal objetivo a redução do custo da fatura energética, mas á medida que os resultados das simulações anteriores foram aparecendo, o objetivo principal mudou pois os resultados mostraram que o Mercado e a Peixaria tinham um défice de iluminação.

Foram necessárias inúmeras simulações até que os valores de iluminância média e uniformidade fossem na sua maioria cumpridos.

Os valores e metas a atingir já foram explicados no início do capítulo anterior, bem como as alturas das tramas de calculo que se mantiveram inalteradas.

Essas metas foram atingidas quase na totalidade através de um correto posicionamento das luminárias escolhidas da melhor maneira possível, atendendo ao estranho perfil do Mercado e da Peixaria.

De seguida será feita uma apresentação do projeto proposto para as várias zonas do Mercado e Peixaria, bem como a comparação com a atual iluminação.

5.1.1. Peixaria

Como foi explicado no capítulo anterior, decidiu-se tratar a zona central da Peixaria como sendo um local de venda a retalho, visto que os produtos aí vendidos são pescado e estão expostos nas bancas centrais e laterais do rés-do-chão.

Por esse motivo e segundo as normas para um local deste tipo, optou-se por ter uma iluminância média de aproximadamente 300 lux á altura das bancas, e um encadeamento máximo de 22.

Existiu uma grande dificuldade particularmente nesta zona devido á estrutura central estar na linha das luminárias, por isso houve um grande desafio em conseguir acertar com a distribuição correta, sem que para isso houvesse luminárias sobrepostas á estrutura.

E ao fim de várias simulações conseguiu-se atingir os valores especificados nas normas, em termos de iluminância média e de uniformidade, porem os resultados do encadeamento apresentam pontualmente pontos ligeiramente acima dos valores referidos na norma.

Como se pode verificar através da figura 5.1 e 5.2, a iluminação proposta na zona central apresenta valores muito abaixo dos que estão atualmente aplicados, resultante principalmente da substituição das luminárias de alta potência, por luminárias com potências de aproximadamente 6 vezes inferiores.

Pode-se verificar que no projeto proposto a zona central tem um contraste claramente com tons de branco, que significa que aquela zona está sujeita a iluminâncias compreendidas entre os 300 e 400 lux, valores muito inferiores a 600 lux da simulação do estado atual.

Claro que houve uma necessidade de aumentar o número de luminárias devido ao menor fluxo que elas transmitem, em comparação às atualmente implantadas.

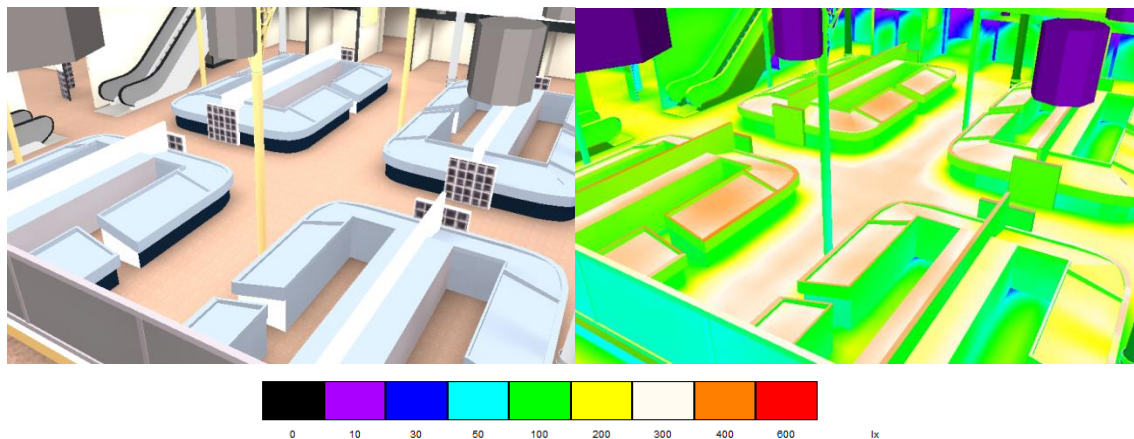


Figura 5.1. Simulação proposta da zona central da Peixaria (cores falsas)

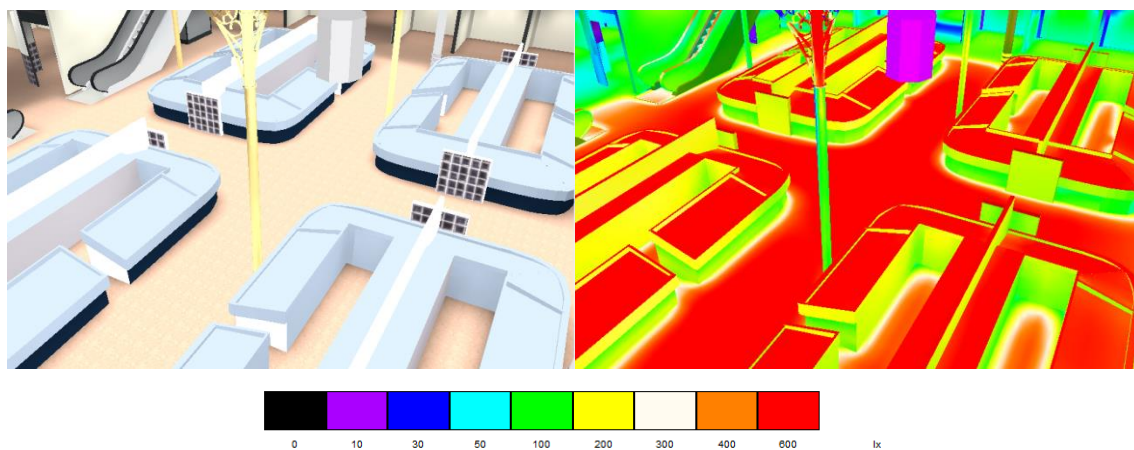


Figura 5.2. Simulação atual da zona central da Peixaria (cores falsas)

Dois locais onde houve um especial cuidado em ter uma boa iluminação, foram as bancas laterais, que apresentavam valores muito abaixo de 300 lux. Por isso, houve a necessidade de recorrer a iluminação de parede, para compensar a falta de iluminação que essas zonas têm.

Nas zonas periféricas do rés-do-chão optou-se por ter uma iluminância de aproximadamente 200 lux, que segundo a norma é a iluminância média a adotar nas imediações das áreas de tarefas com valores de 300 lux.

Tal como na iluminação central, as medições da iluminância foram realizadas a uma altura igual às das bancas, por uma questão de conforto visual.

As normas atualmente em vigor nada dizem em relação às áreas periféricas, logo esse valor foi adotado única e exclusivamente pelo projetista.

Na simulação conseguiu-se atingir os valores especificados de iluminância para todas as zonas periféricas, sendo que nas imediações das áreas de tarefa os valores são ligeiramente superiores aos registados no corredor lateral que fica virado para o largo da Manutenção Militar, pois é a zona que fica mais afastada da zona central, mas sempre mantendo uma iluminância média de pelo menos 200 lux.

Houve um grande cuidado em ter uma boa uniformidade, e por isso os valores são cumpridos na sua totalidade, já a nível de encadeamento existe esporadicamente alguns pontos, sobretudo na periferia da área de tarefa que passam ligeiramente dos 22 estipulados.

As figuras 5.3 e 5.4 mostram as diferenças entre a iluminação proposta e a atual para as áreas periféricas do rés-do-chão da Peixaria.

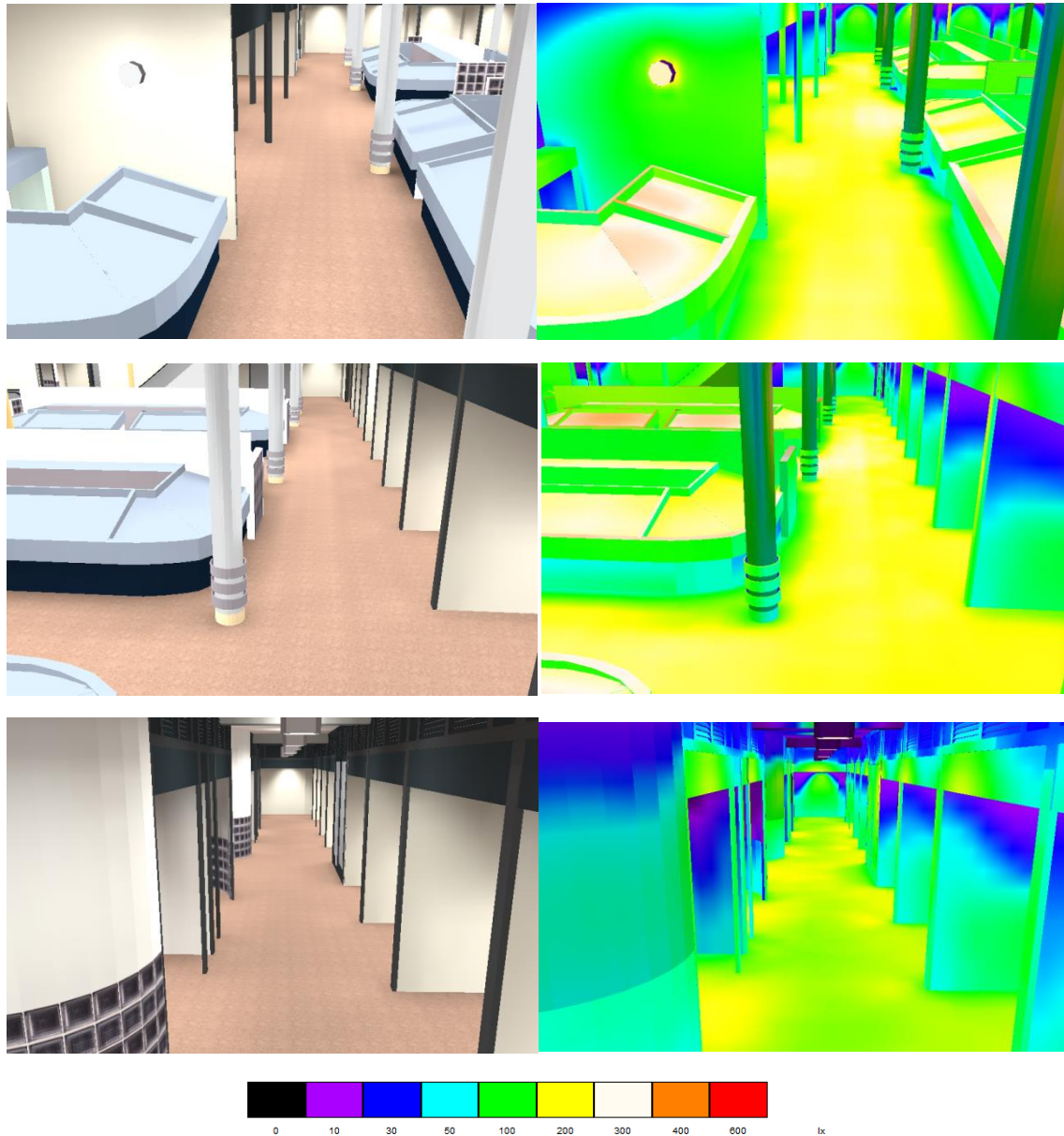


Figura 5.3. Simulação proposta do rés-do-chão da Peixaria (cores falsas)

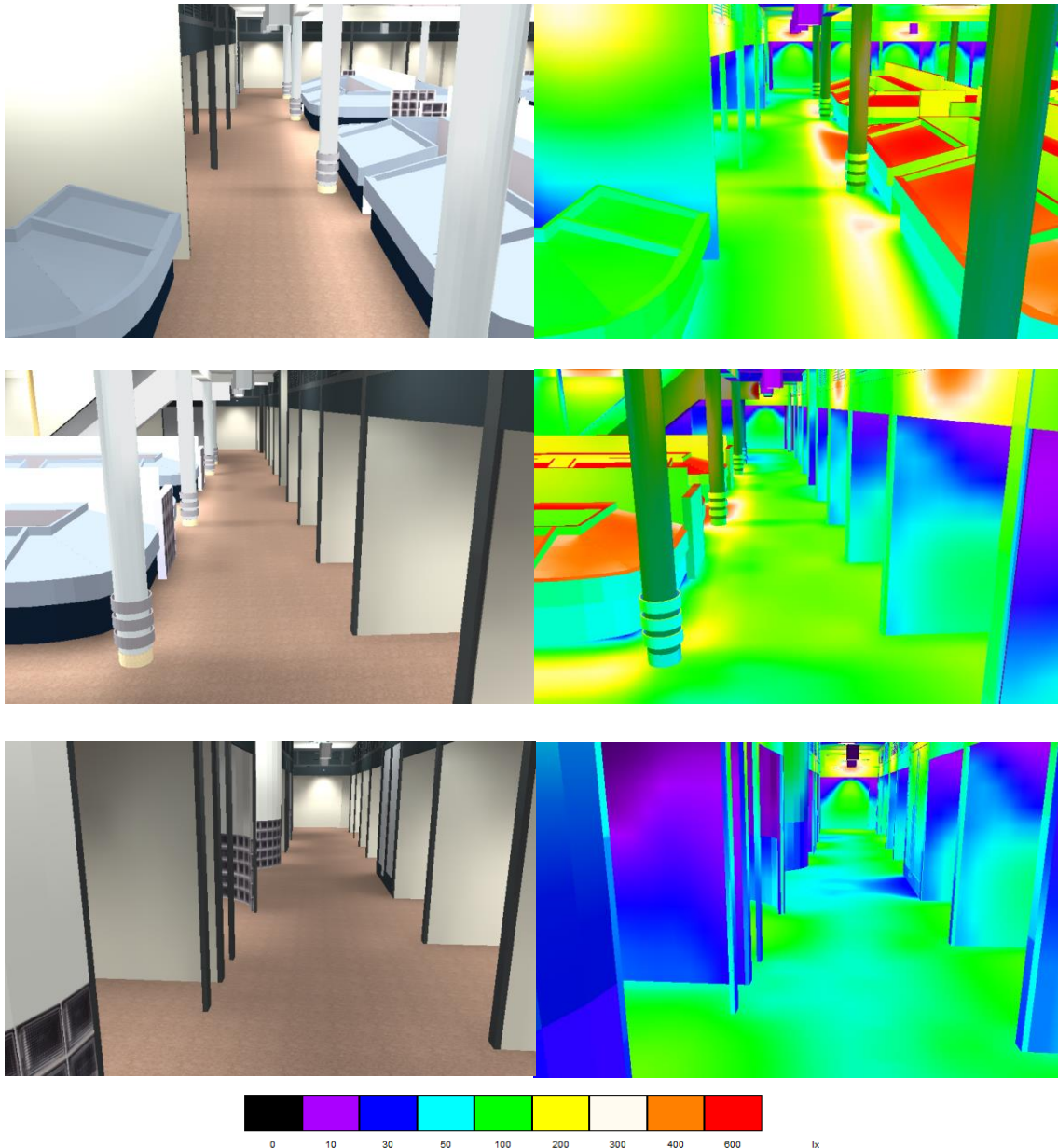


Figura 5.4. Simulação atual da Peixaria Rés-do-Chão (cores falsas)

Como se pôde verificar através da comparação das figuras 5.3 e 5.4, é fácil de ver que os corredores na iluminação atual estão muito mais escuros, que os da iluminação proposta. Como já foi referido certos valores foram adotados pelo projetista, por esse motivo optou-se por ter uma iluminância média de aproximadamente 200 lux, a uma altura de 1 metro e 50 centímetros de altura, devido a ser a altura aproximada do nível do olhar.

Os resultados obtidos em simulação cumprem os valores pretendidos de iluminância média e de uniformidade, mas existe também alguns pontos que excedem ligeiramente os valores pretendidos de encadeamento que é de 22. Não sendo especificado nada em termos de normalização pode assim assumir-se que estes corredores são espaços de passagem e então esses valores de encadeamento podem ir até 28.

Como já foi referido os valores que excedem não são preocupantes, pois são ligeiramente superiores e muito raros encontrando-se junto aos envidraçados da varanda próximos das luminárias que iluminam a zona central.

Os corredores laterais não têm igual número de luminárias, pelo simples facto de haver laterais que têm as luminárias centrais mais próximas. Um bom exemplo disso é a lateral que fica virada para o largo da Manutenção Militar, que apresenta um número de luminárias superior aos outros.

As imagens das figuras 5.5 e 5.6 mostram as duas simulações em vista aérea das zonas laterais do 1º piso da Peixaria.

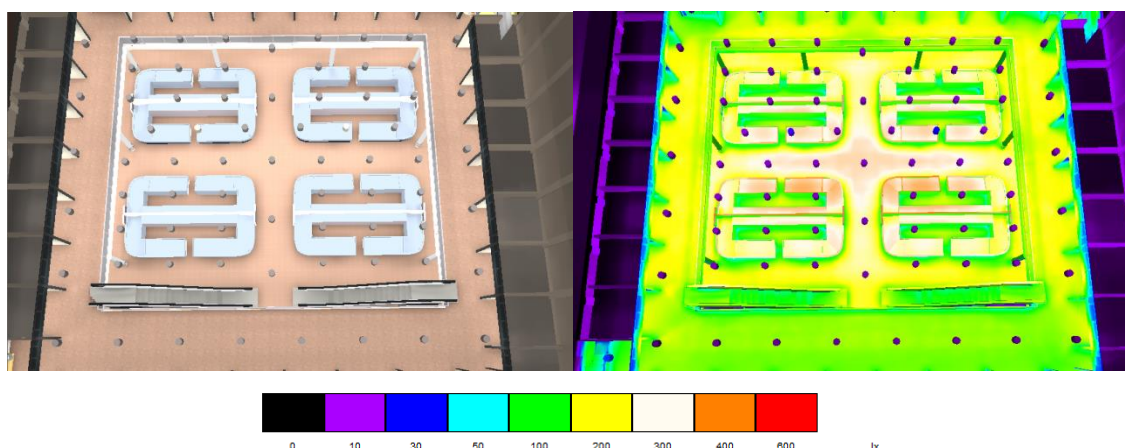


Figura 5.5. Simulação proposta da Peixaria 1º Piso (cores falsas)

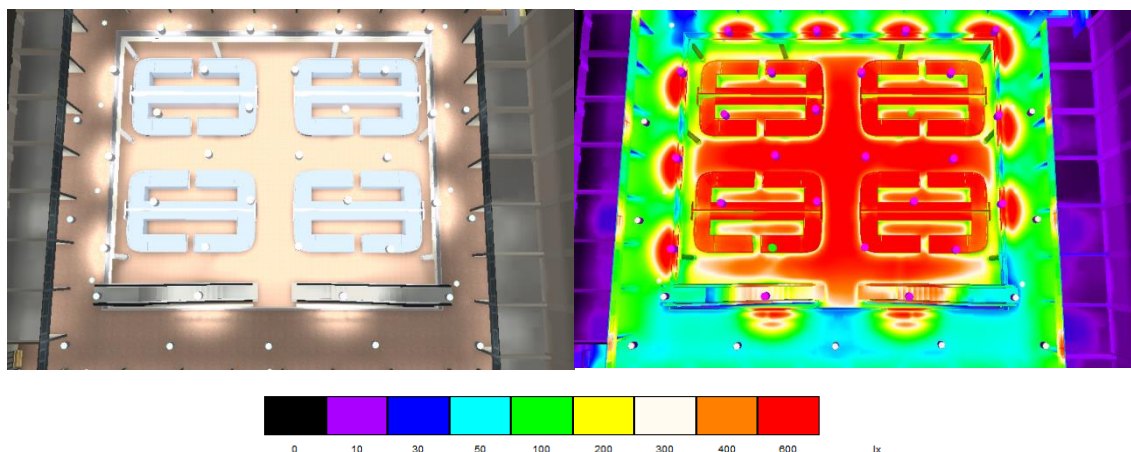


Figura 5.6. Simulação atual da Peixaria 1º Piso (cores falsas)

Facilmente se vê que de todas as zonas da Peixaria, é o 1º piso aquele que estava com pior iluminação. Pode-se ver uma enorme diferença pela positiva da distribuição da luz pelas 4 laterais, que se deve a um grande cuidado na distribuição das luminárias das laterais e também das luminárias centrais.

5.1.2. Rés-do-Chão do Edifício do Mercado Municipal

Como se pôde constatar pela simulação atual, o rés-do-chão do edifício do Mercado sofria de um défice de iluminação, contudo apresenta uma boa uniformidade.

Para iluminar as bancas centrais surgiram muitas dificuldades, pois nessas zonas não existe teto devido á existência de 4-quatro varandas centrais, que surgem no meio do 1º piso.

Outra dificuldade que também dificultou a iluminação das bancas centrais, foi a limitação quanto ao tipo de luminárias a usar, aliado á existência de pilares nas proximidades das bancas.

A solução encontrada passou pela colocação de luminárias de parede, para ajudar a fornecer o fluxo necessário às luminárias existentes no topo do 1º andar e às que se encontram no rés-do-chão.

O posicionamento das luminárias de parede centrais, podem ser vistas na figura 5.7.



Figura 5.7. Simulação proposta do Rés-do-Chão do Mercado

Como já foi referido, na simulação atual o valor de iluminância média a adotar para as bancas centrais tem, segundo as normas, 300 lux à altura da área de tarefa.

Através das figuras 5.8 e 5.9 pode-se verificar claramente, que houve um aumento dos níveis de iluminância em comparação com a atual situação.

O contraste mudou de um tom azulado/esverdeado para um tom esbranquiçado, o que significa um aumento dos níveis de iluminância de aproximadamente 100 lux, para 300 lux impostos na norma.

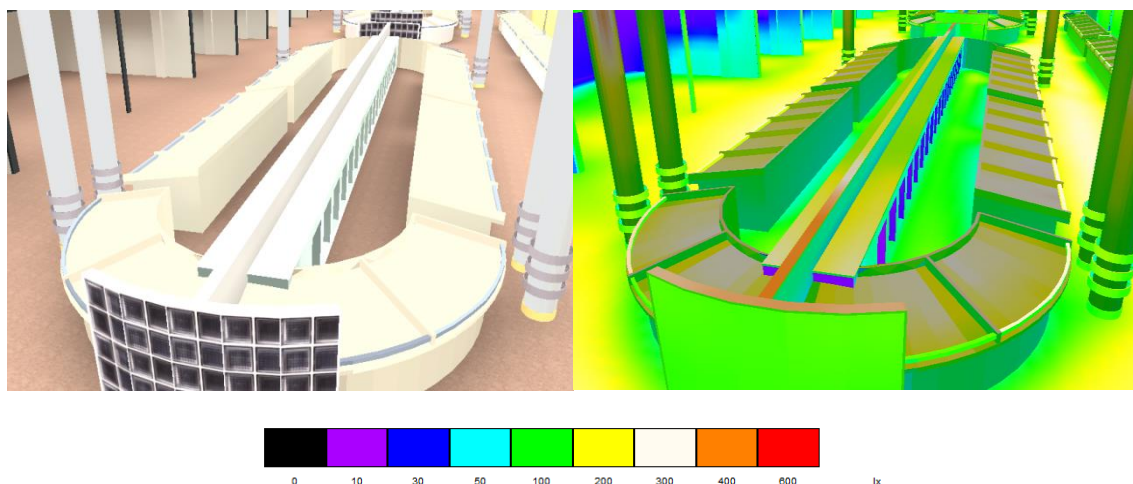


Figura 5.8. Simulação proposta do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

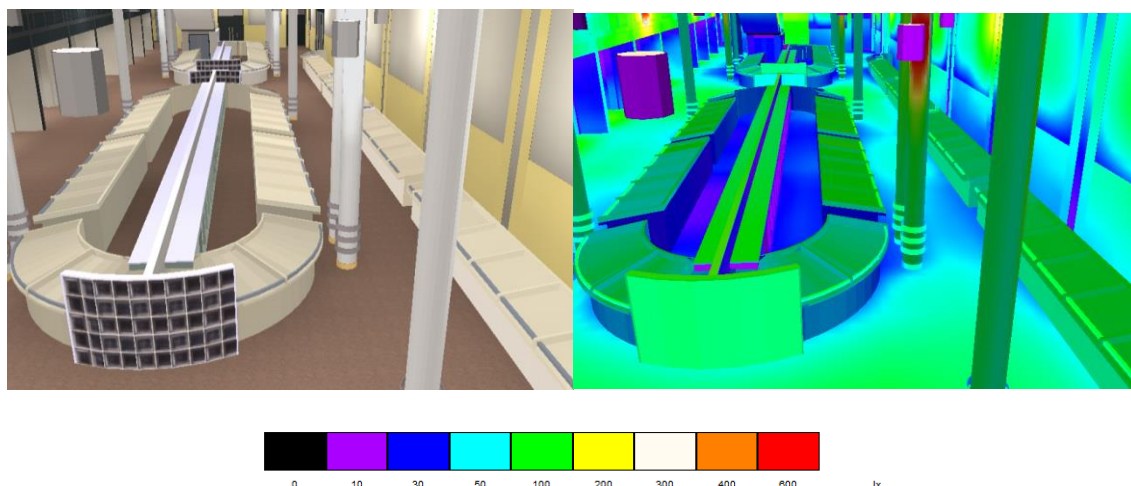


Figura 5.9. Simulação atual do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

Existem também duas bancas laterais, sujeitas aos mesmos valores de iluminância e uniformidade das restantes bancas.

Estas bancas apesar de não estarem sujeitas a problemas relacionados com a estrutura do Mercado, provocaram grandes dificuldades por causa do espaço de passagem que se encontra entre elas e as bancas centrais.

Durantes as várias simulações houve alguma dificuldade em conseguir aumentar os níveis de iluminância, sem que para isso se aumenta-se também os níveis de iluminância dos espaços de passagem, que já apresentavam valores ligeiramente superiores a 200 lux adotados pelo projetista.

A solução passou então pela redução do número de luminárias de suspensão industrial, complementado a falta de fluxo luminoso com a colocação de luminárias de parede.

As luminárias de parede colocadas na lateral são diferentes daquelas que se encontram nas varandas, devido ao baixo fluxo que as das varandas apresentam.

Através das figuras 5.10 e 5.11 pode-se verificar o aumento do nível de iluminação.

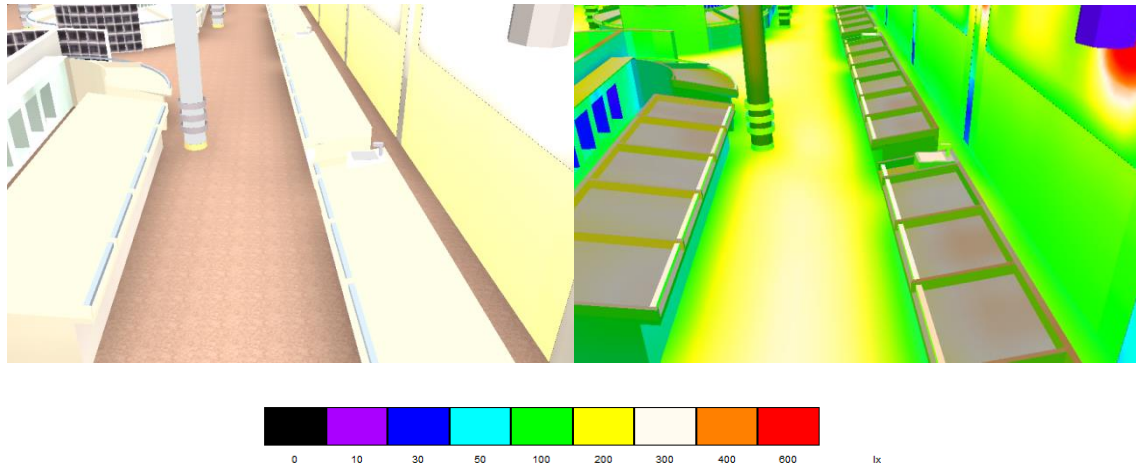


Figura 5.10. Simulação proposta do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

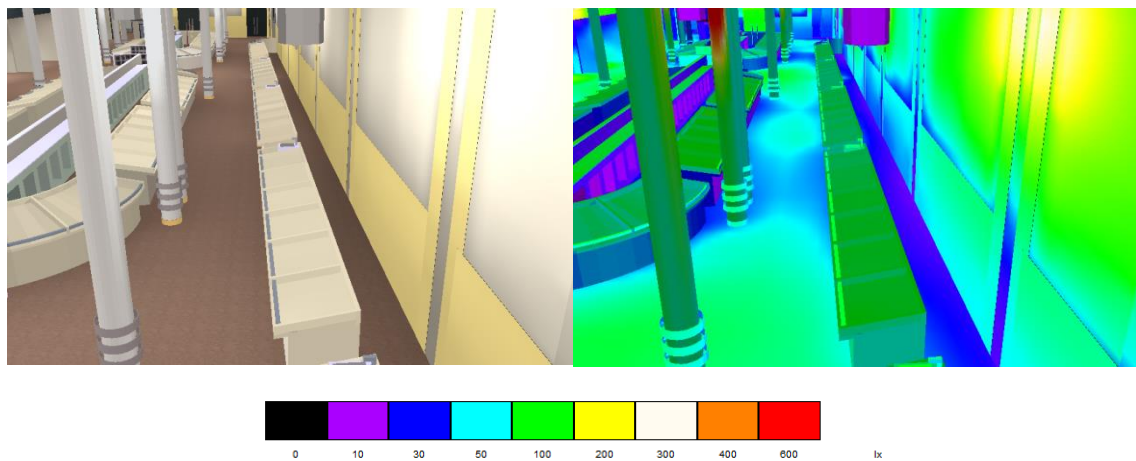


Figura 5.11. Simulação atual do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

As zonas imediatamente a seguir às bancas também apresentam valores na ordem de 300 lux, porque devido à geometria do espaço não foi possível reduzir esse valor para cerca de 200 lux, sem que a iluminância das bancas descesse.

O encadeamento nas zonas periféricas das bancas apresenta alguns valores ligeiramente acima da norma, mas não é nada de muito grave porque são valores pontuais.

Por uma questão de conforto visual nos restantes espaços de passagem, tal como estipulado pelo projetista, adotou-se como valor de iluminância média 200 lux á alturas das bancas.

Esses valores foram propostos porque o público despende algum tempo a apreciar e a escolher os alimentos a comprar. E como tal esses espaços não podem apresentar zonas escuras.

O encadeamento nessas áreas tal como nos espaços acima descritos apresentam valores muito semelhantes, devido à distribuição uniforme das luminárias.

As figuras 5.12 e 5.13 que se seguem mostram a evolução que houve na qualidade de iluminação, comparando com a iluminação atual aplicada ao rés-do-chão do Mercado. Como se pode concluir as zonas que outrora estavam muito escuras, estão agora muito mais claras e agradáveis, do ponto de vista/ conspeção visual.

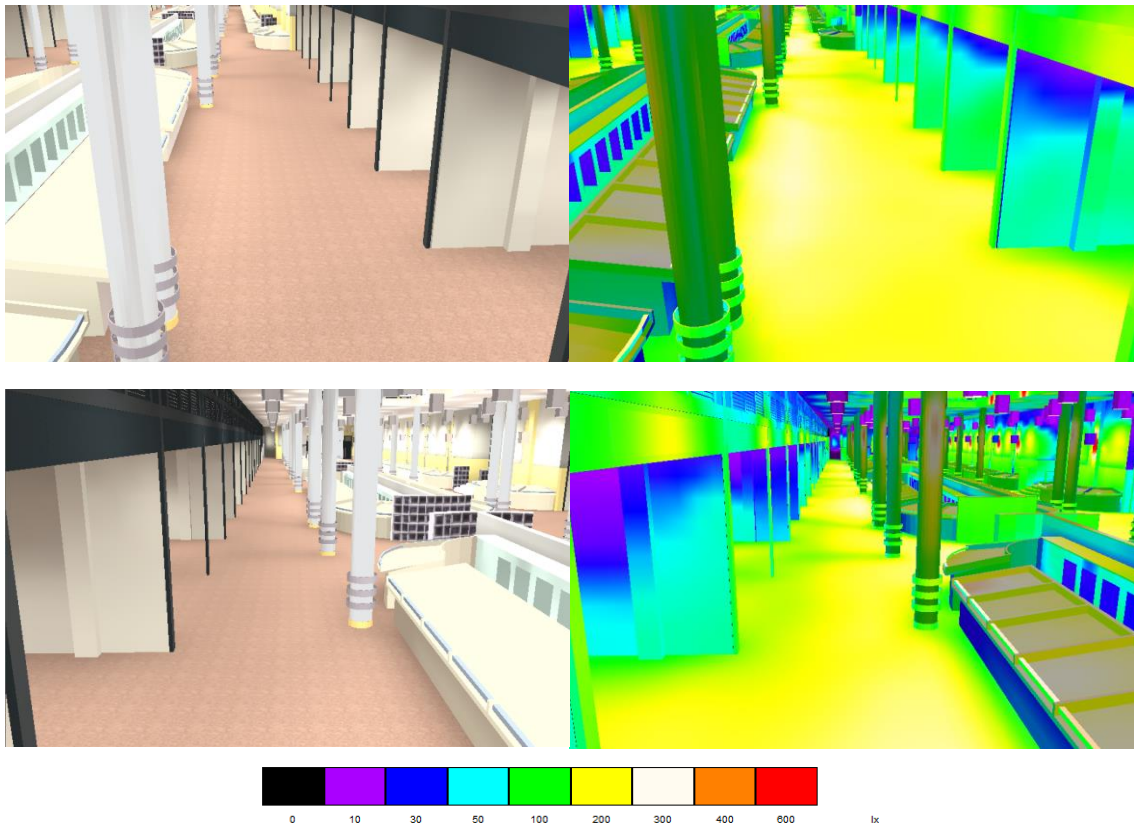


Figura 5.12. Simulação proposta do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

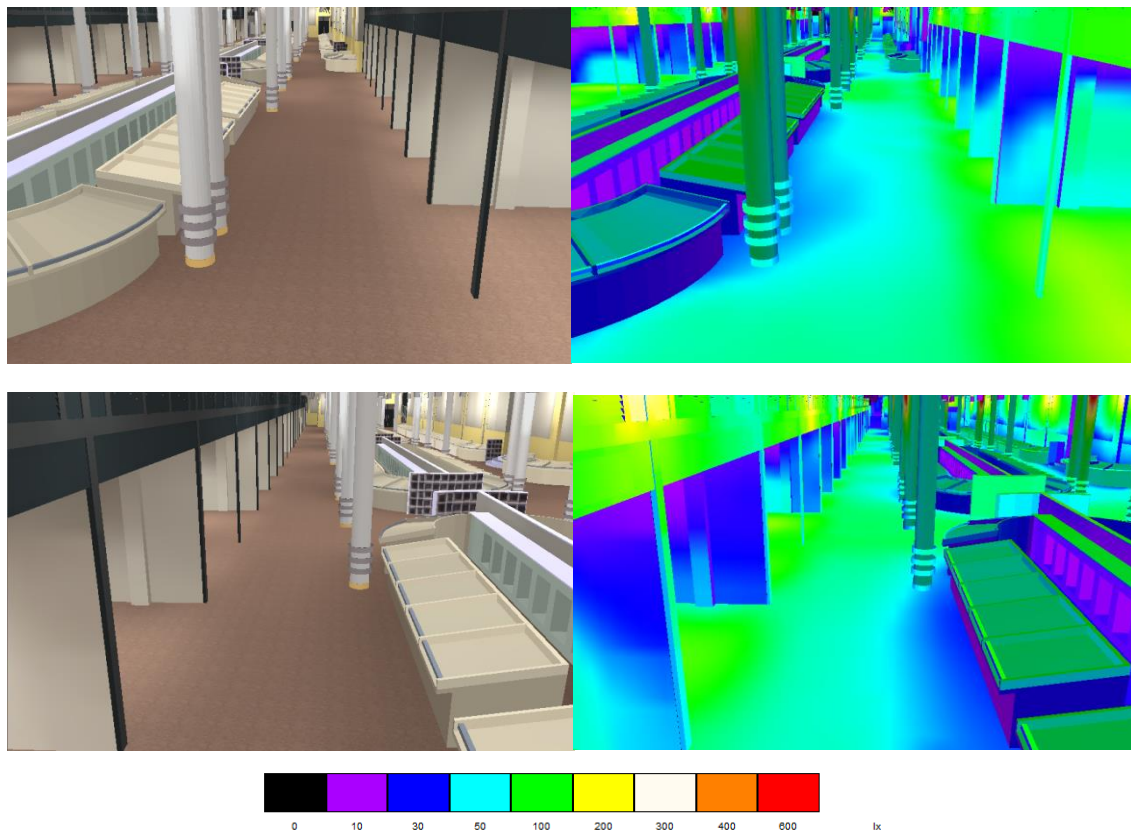


Figura 5.13. Simulação atual do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

Outros locais onde ouve uma grande preocupação em melhorar a iluminação, foram as zonas que dão acesso ao rés-do-chão, nomeadamente as escadas situadas nos extremos Este e Oeste, bem como a porta de entrada principal situada a Noroeste.

Esses locais que outrora apresentavam valores de iluminância média de 75 e 105 lux, apresentam agora valores superiores a 200 lux. Tal já foi referido esses valores de iluminância média foram escolhidos pelo projetista, tendo sempre um grande cuidado em haver um consenso entre a norma e o conforto visual.

Através das figuras 5.14 e 5.15 pode-se verificar que houve um claro aumento dos níveis de iluminância, para que o público não sinta um desconforto muito grande assim que entre nas zonas de venda.

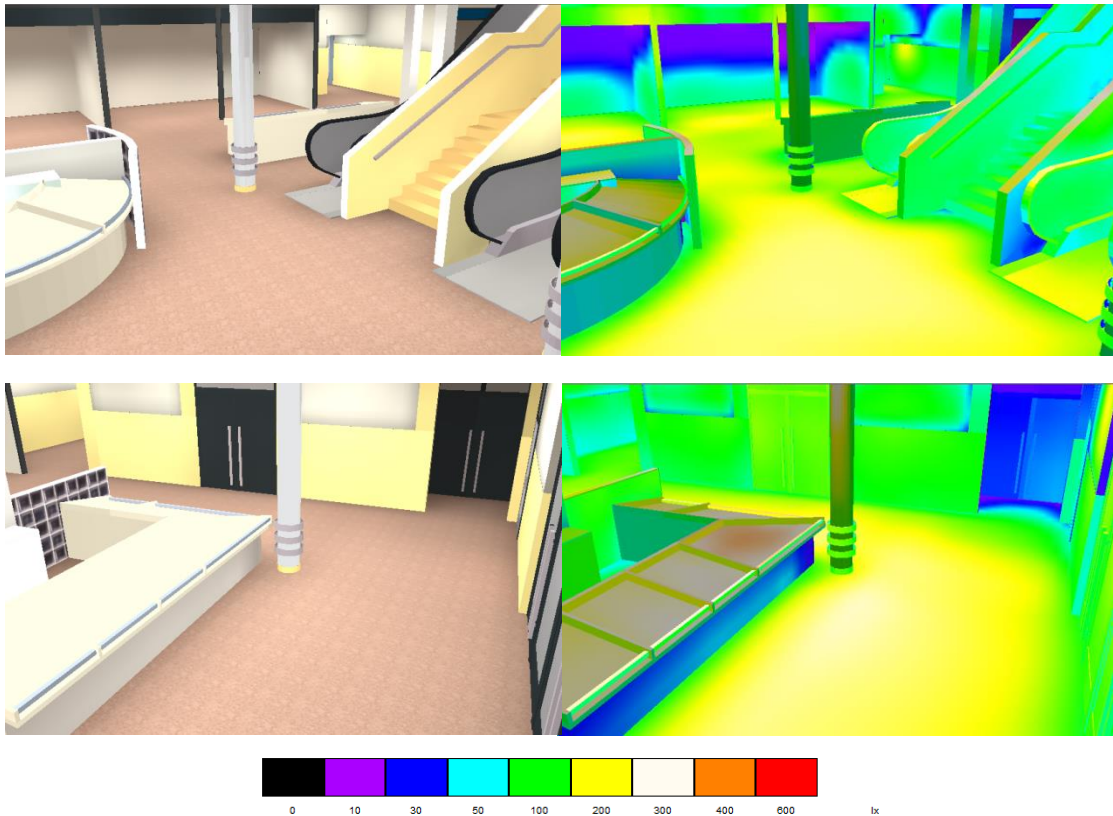


Figura 5.14. Simulação proposta do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

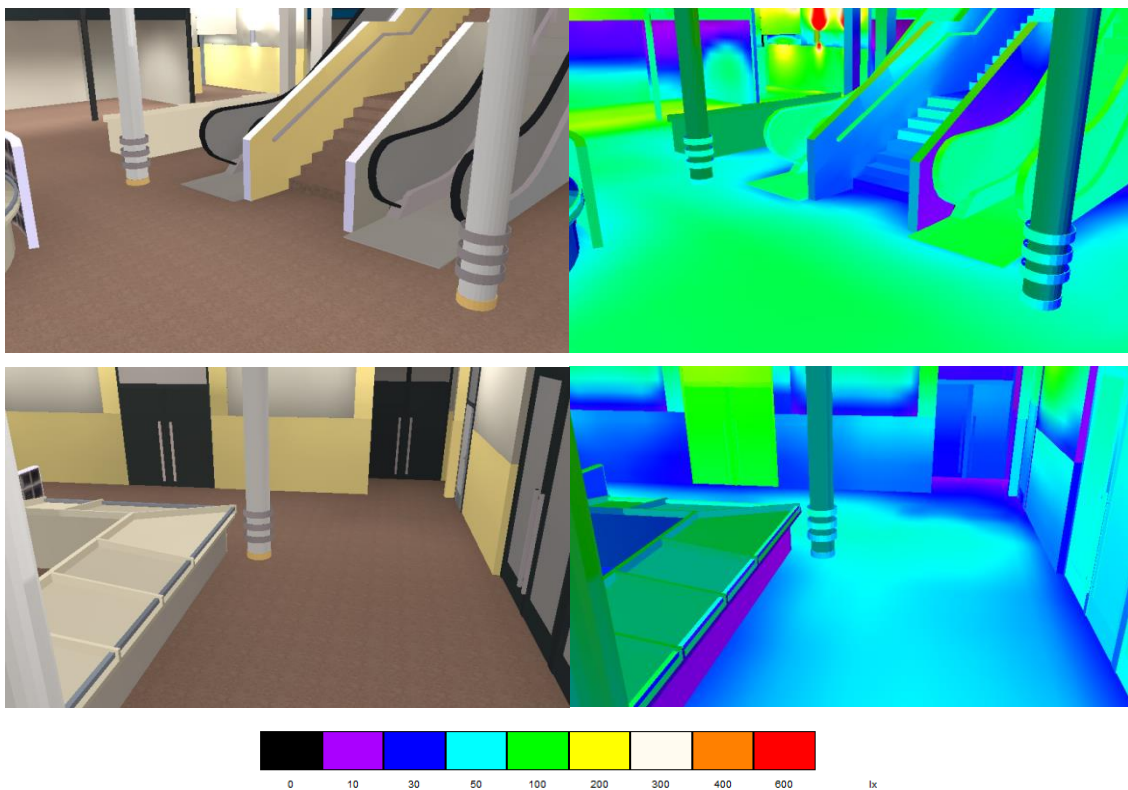


Figura 5.15. Simulação atual do Rés-do-Chão do Mercado (cores falsas)

Pode-se, pelos dados acima referidos, concluir que a iluminação do rés-do-chão do Mercado sofreu uma grande melhoria na qualidade de iluminação, nomeadamente ao nível da iluminância média e do encadeamento.

No caso do encadeamento ainda existem valores que aparecem pontualmente, que são um pouco superiores aos pretendidos, mas de um modo geral estão bastante aceitáveis.

5.1.3. 1º Piso do Edifício do Mercado Municipal

O 1º piso do Mercado tem apenas uma banca de venda a retalho, logo teve-se um grande cuidado na distribuição das luminárias, para que a banca tivesse uma iluminância média de 300 lux.

A zona periférica das bancas também se encontra com o mesmo valor de iluminância média, porque não foi possível devido ao perfil do Mercado, reduzir esse valor para aproximadamente 200 lux, sem que os valores da zona da banca também descessem.

Nas figuras 5.16 e 5.17 é possível ver a diferença na qualidade de iluminação, que a solução proposta oferece em relação á atualmente aplicada. Os níveis de iluminância média são claramente superiores aos que estavam, por outro lado, em situação inversa encontram-se os valores de encadeamento, que se conseguiram reduzir para valores mais aceitáveis.

Esta zona em termos uniformidade manteve a qualidade que tinha anteriormente.

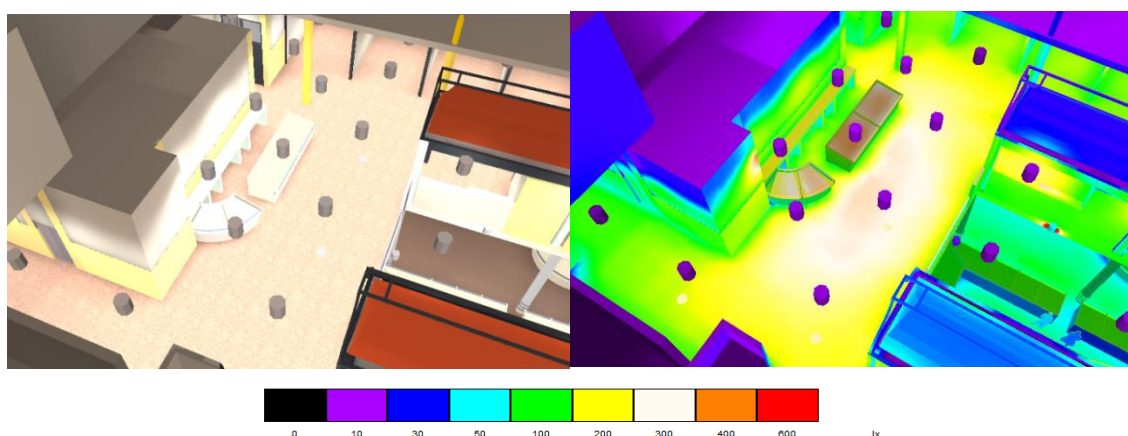


Figura 5.16. Simulação proposta da banca do 1º piso do Mercado (cores falsas)

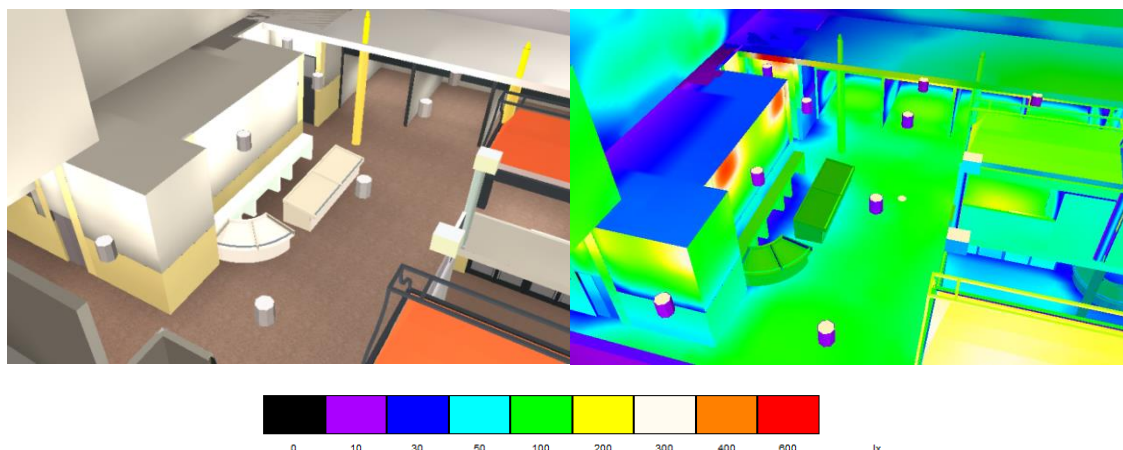


Figura 5.17. Simulação atual da banca do 1º piso do Mercado (cores falsas)

As zonas do 1º piso do Mercado que criaram maior dificuldade em acertar com a distribuição das luminárias, foram precisamente as zonas centrais que se encontram entre varandas, devido ao perfil do Mercado.

Optou-se por ter uma iluminância média de aproximadamente 200 lux nessas zonas, devido á existência de lojas de panificação, queijarias e enchidos, que requerem algum tempo despendido no local pelos clientes, visto que as compras são efetuadas no exterior das lojas.

Por essa razão, os níveis de iluminância média foram escolhidos para que os clientes não se sentissem incomodados com falta de iluminação.

Nas figuras 5.18 e 5.19 é possível verificar um aumento significativo dos níveis de iluminação, aliados a uma boa uniformidade.

Já no capítulo do encadeamento os valores mantêm-se algo elevados, apesar de serem um tanto inferiores aos que foram verificados na simulação atual.

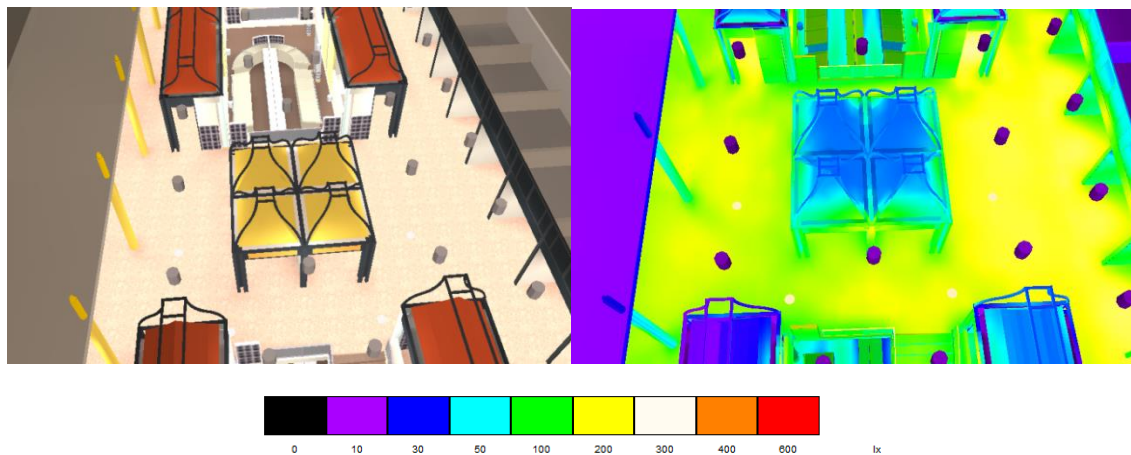


Figura 5.18. Simulação proposta da zona central do 1º piso do Mercado (cores falsas)

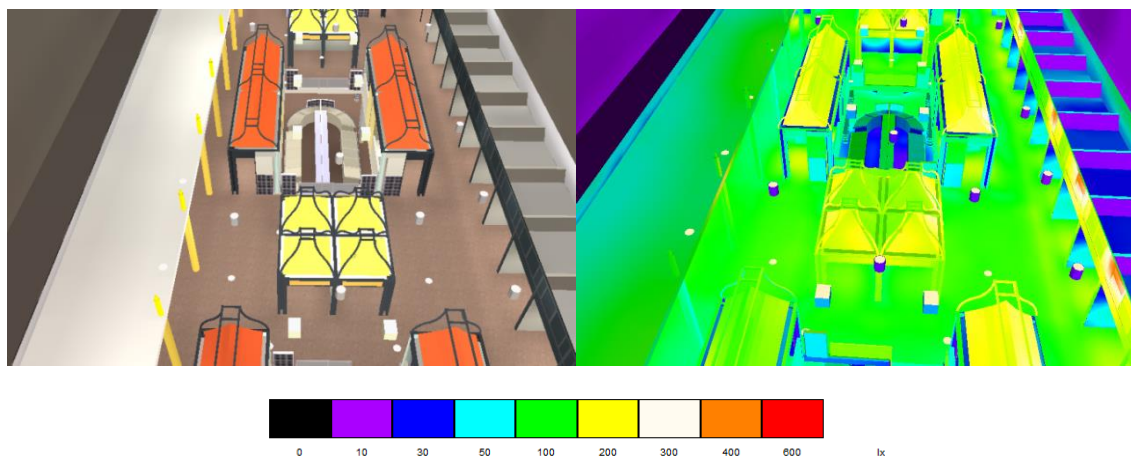


Figura 5.19. Simulação atual da zona central do 1º piso do Mercado (cores falsas)

Nas outras zonas de passagem foi também optado, como valor de referência para a iluminância média os 200 lux, devido ao comércio se efetuar no exterior das lojas como referido anteriormente.

Outra razão que levou á escolha desses valores foi o facto das pessoas que circulam no interior do 1º andar do Mercado se sentarem nos bancos, que se encontram disponíveis em grande parte do 1º piso, bem como haver vários televisores espalhados um pouco por todo Mercado. Logo, isso implica que os níveis de iluminação não sejam muito baixos, para não haver desconforto e alguma rejeição por parte do público em relação ao aspeto um tanto escuro que o Mercado apresenta.

Nas figuras 5.20 e 5.21 pode-se verificar que houve um aumento dos níveis de iluminação, mantendo-se sempre uma boa uniformidade nas zonas de passagem.

Os valores de encadeamento em comparação aos verificados na simulação atual, também desceram um pouco. No entanto estão um bocado acima dos esperados, mesmo considerando-se zonas de passagem.

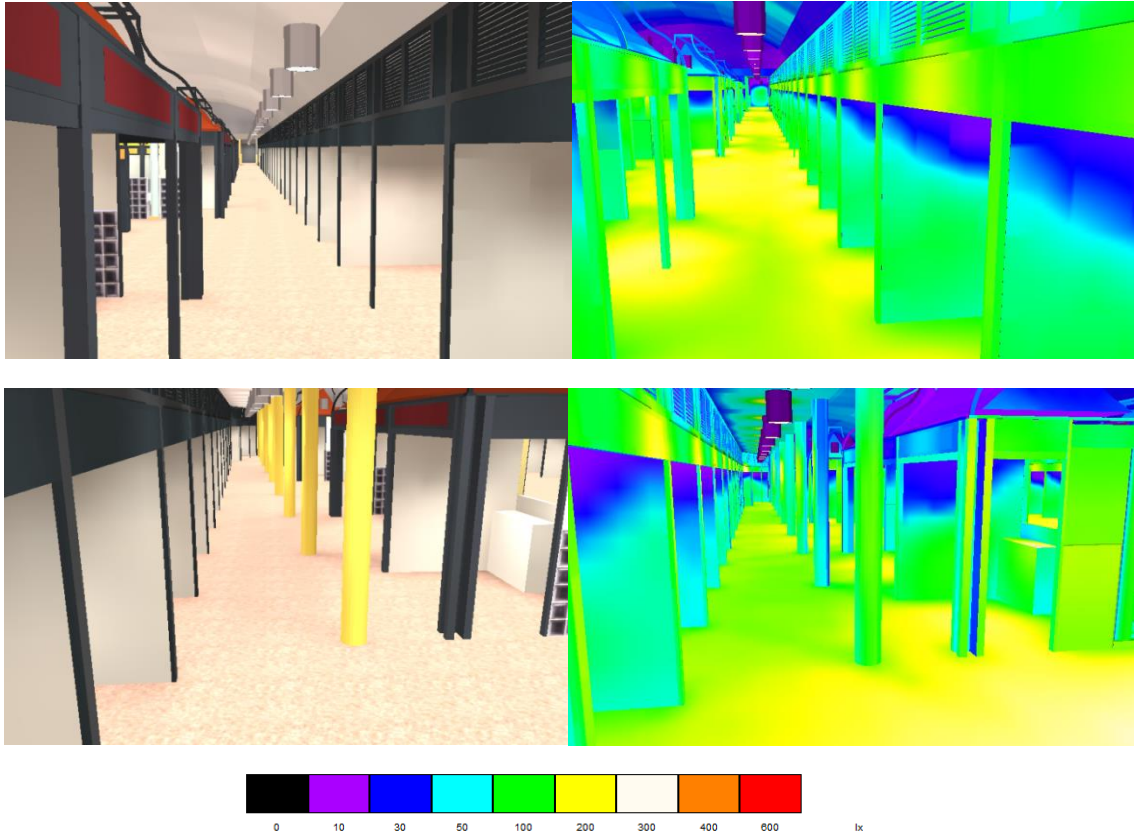


Figura 5.20. Simulação proposta das zonas de passagem do 1º piso do Mercado (cores falsas)

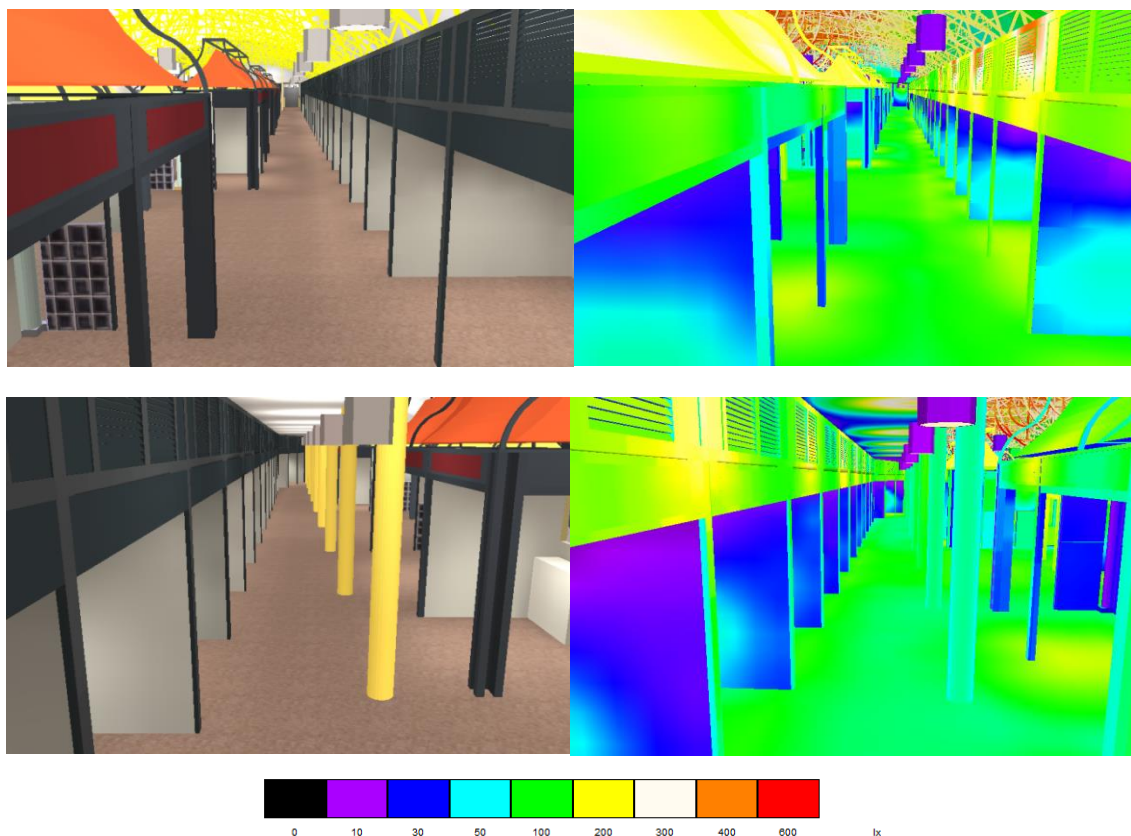


Figura 5.21. Simulação atual das zonas de passagem do 1º piso do Mercado (cores falsas)

O *hall* de entrada situado junto á fronteira com a Peixaria, foi outra das zonas que criou alguma dificuldade em distribuir as luminárias de forma, a cumprir os valores de luminância média estipulados.

O facto de essa zona não ter um perfil direito, aliado ao teto estar um pouco baixo em relação á zona das cúpulas, veio trazer ainda mais dificuldades á correta colocação das luminárias.

Tomou-se como valor padrão para a iluminância médias os 200 lux, sendo a justificação a mesma das zonas centrais e corredores laterais.

A uniformidade continua dentro dos valores pretendidos, verificando-se no entanto valores um pouco altos de encadeamento, que como se vinham a verificar, permanecem abaixo dos verificados na simulação atual.

Através das figuras 5.22 e 5.23 que se seguem, é possível verificar um aumento dos níveis de iluminação em relação aos verificados na simulação atual.

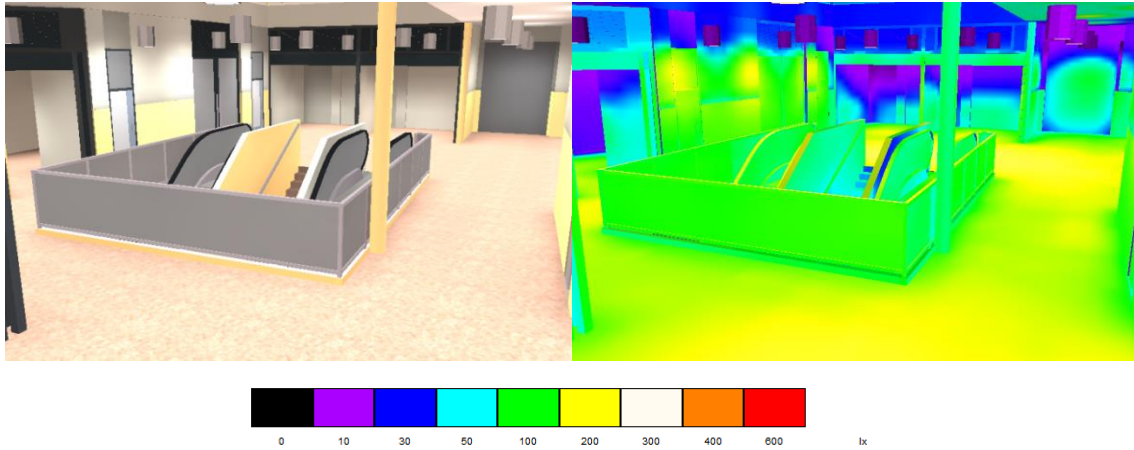


Figura 5.22. Simulação proposta do hall de entrada do 1º piso do Mercado (cores falsas)

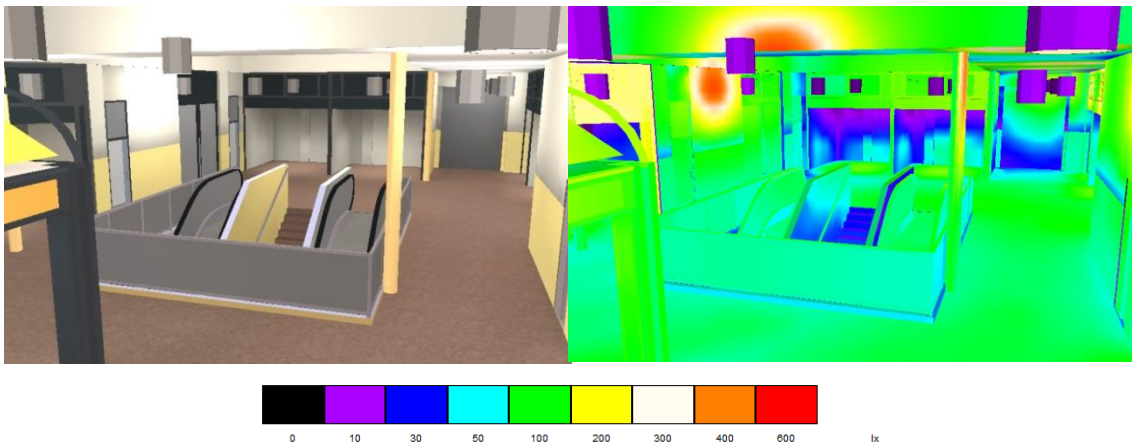


Figura 5.23. Simulação atual do hall de entrada do 1º piso do Mercado (cores falsas)

As figuras 5.24 e 5.25 representam a uniformidade e os níveis de iluminação adquiridos em relação á simulação atual, para todo o 1º andar do Mercado.

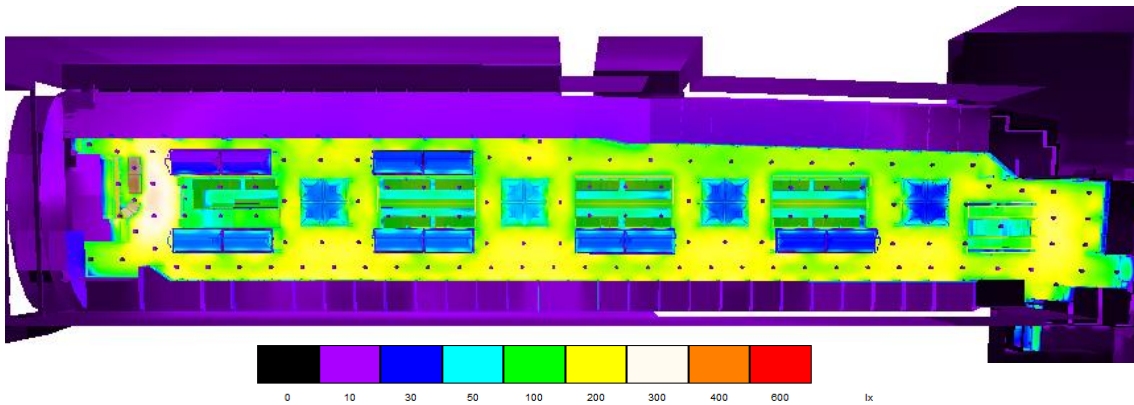


Figura 5.24. Simulação proposta do 1º piso do Mercado (cores falsas)

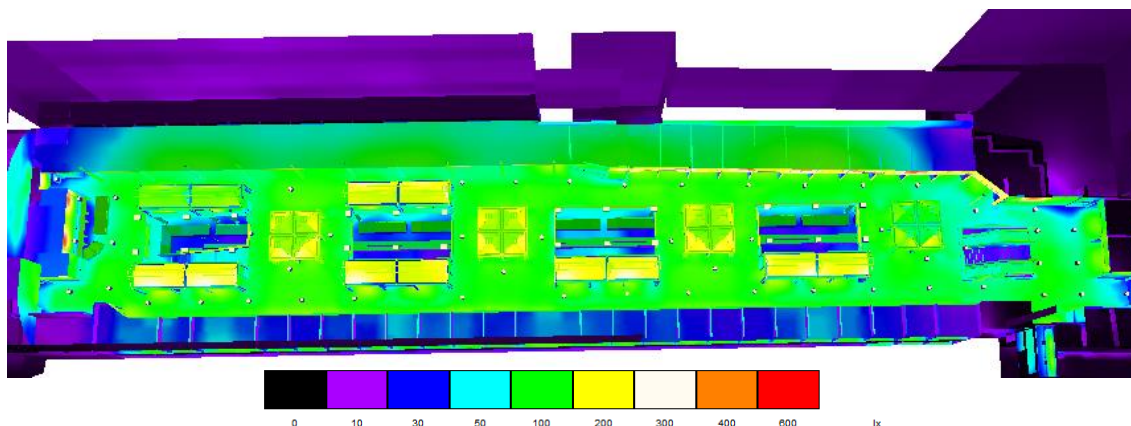


Figura 5.25. Simulação atual do 1º piso do Mercado (cores falsas)

Pode-se pelos dados acima referidos concluir que a iluminação do 1º piso do Mercado sofreu uma grande melhoria na qualidade de iluminação, nomeadamente ao nível da iluminância média.

No caso do encadeamento ainda existem valores que aparecem superiores aos desejados, no entanto são inferiores aos que se obtiveram na simulação atual.

5.2. Lâmpadas e Luminárias Interiores Propostas

Nos vários contatos que foram feitos com os responsáveis da Câmara Municipal de Coimbra foram impostas algumas condições quanto ao tipo de luminárias a utilizar quer no Mercado, quer na Peixaria.

As principais condições foram o uso de luminárias do tipo industrial, com perfil arredondado, porém houve determinadas zonas onde não foi possível apenas o uso dessas luminárias, recorrendo também a luminárias de parede, ou mesmo às de teto sem suspensão.

A execução deste projeto teve desde início como principal objetivo melhorar a qualidade de iluminação, com o menor custo possível na fatura energética, logo a primeira escolha foi para lâmpadas LED.

A grande diferença das lâmpadas LED para as restantes lâmpadas está sobretudo no seu baixo consumo, segundo Eduardo Gonçalves especialista em iluminação, o uso de LED

pode representar uma poupança de cerca de 80% para as lâmpadas incandescentes e cerca de 50% para as lâmpadas económicas convencionais (Visão.sapo, 2013).

Outra razão importante que justifica a escolha de lâmpadas LED está no tempo de vida elevado que estas têm em comparação, por exemplo com as lâmpadas fluorescentes compactas que pode ir de 35000 horas até 50000 horas ao contrário das fluorescentes compactas que no máximo duram 15.000 horas (Visão.sapo, 2013).

Além das razões acima referidas que levaram à escolha deste tipo de lâmpada está também a grande robustez que as mesmas têm comparando com outras lâmpadas e o facto de a iluminação LED não apresentar grandes perdas de energia por efeito de joule.

O uso destas lâmpadas não traz só vantagens, existem também desvantagens que estão a atrasar um pouco o uso globalizado deste tipo de lâmpadas.

A maior desvantagem é o custo elevado que este tipo de lâmpadas tem comparando com as fluorescentes compactas.

Outras grandes desvantagens que impediam o uso de lâmpadas LED em determinadas aplicações residia no baixo IRC que elas apresentavam e no forte encadeamento que elas emitiam, porém com o avançar da tecnologia os fabricantes de lâmpadas LED conseguiram aumentar os valores de IRC e reduzir o encadeamento que as lâmpadas emitem.

Neste projeto também foram usadas luminárias de parede com lâmpadas fluorescentes na parte lateral do Mercado junto às bancas no rés-do-chão, pois as luminárias LED testadas para o mesmo efeito apresentavam fluxo insuficiente.

Além da falta de fluxo e arquitetura de construção do mercado, não foi possível a aplicação de luminárias com o perfil imposto pela Arquiteta da Câmara Municipal em determinados espaços.

De seguida vão ser apresentadas luminárias escolhidas para o projeto, bem como as respetivas lâmpadas.

5.2.1. Luminária Principal

A luminária da figura 5.26 é a mais usada quer no Mercado quer na Peixaria. É uma luminária de suspensão civil/industrial, escolhida de acordo com as condições impostas, tal como foi referido anteriormente.

A luminária usa uma lâmpada LED o que a torna uma escolha bastante atraente do ponto de vista económico. Além disso é uma luminária que pode ser usada em diversos tipos de aplicações, sendo as mais importantes e aconselhadas as seguintes: escolas, centros comerciais e supermercados.

Marca/Modelo – *Disano*[®] 3116 *Ghost* LED- Difusor micro-acetinado



Figura 5.26. Luminária Disano[®] 3116 Ghost LED- Difusor micro-acetinado (Disano b, 2013)

Principais características da luminária

- Suspensão civil e comercial
- Iluminação difusa
- Difusor de policarbonato transparente

Marca/Modelo da Lâmpada- *Disano*[®] SLE G2 40 3116

Características Elétricas

- Potência Elétrica: 37 W

Características Fotométricas

- Temperatura de cor: 4000 K
- Índice de Reprodução de Cores: 80

- Fluxo Luminoso: 4450 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas da Lâmpada

- Vida Média: 50000 horas

5.2.2. Luminária de Parede Rés-do-Chão

A luminária da figura 5.27 é do tipo de parede saliente, usa uma lâmpada fluorescente circular (figura 5.28), que apesar de não ser LED é bastante económica.

Este tipo de luminária de parede foi escolhida porque a apresentada anteriormente não fornecia fluxo luminoso suficiente para o que se pretende.

Outra razão que leva à escolha deste tipo de luminária (parede) foi a impossibilidade de acrescentar mais luminárias do tipo suspensão na zona em questão, pois isso implica um valor de iluminância demasiado elevado nos espaços periféricos da área de tarefa.

Marca/Modelo - *ClearVision*[®] ROM-140



Figura 5.27. Luminária *ClearVision*[®] ROM-140 (*ClearVision*, 2013)

Principais características da luminária

- Montagem saliente de parede
- Iluminação difusa

Marca/Modelo da Lâmpada- Osram® FC 40W/840 LUMILUX T5 Circular



Figura 5.28. Lâmpada Osram® FC 40W/840 LUMILUX T5 Circular (Getalamp f, 2013)

Características Elétricas

- Potência Elétrica: 40 W

Características Fotométricas

- Temperatura de cor: 4000 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 80
- Fluxo Luminoso: 3400 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas da Lâmpada

- Casquilho: 2GX13
- Vida Média: 12000 horas

5.2.3. Luminária de Parede das Varandas

Este tipo de luminária (figura 5.29) pode ser encontrada nas paredes das varandas que têm vista para o rés-do-chão do edifício do Mercado.

É uma luminária que se adequa ao estilo do Mercado e que além disso tem como objetivo compensar a falta de fluxo luminoso, que chega às bancas situadas no rés-do-chão através de uma lâmpada fluorescente compacta (figura 5.30).

Marca/Modelo- *Solar[®] Primo FDV*



Figura 5.29. Luminária Solar[®] Primo FDV (Solar, 2013)

Principais características da luminária

- Montagem saliente de parede
- Iluminação difusa

Marca/Modelo da Lâmpada- *Osram[®] Dulux D 18W/835*



Figura 5.30. Lâmpada Osram[®] Dulux D 18W/835 (Getalamp g, 2013)

Características Elétricas

- Potência Elétrica: 18 W

Características Fotométricas

- Temperatura de cor: 3500 K
- Índice de Reprodução de Cores (Ra): 80
- Fluxo Luminoso: 1200 Lm

- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas da Lâmpada

- Casquilho: G24d-2
- Vida Média: 10000 horas

5.2.4. Luminária de Parede da Peixaria

Esta luminária (figura 5.31) será colocada na parede junto às bancas secundárias da peixaria. Recorreu-se a esta luminária por haver um défice de iluminância naquela zona, e não ser possível a aplicação de outra luminária *Ghost LED*, por haver pouco espaço.

É uma luminária bastante económica e que pode ser aplicada também no teto, emitindo de igual modo luz difusa.

Marca/Modelo- *Disano*®741 *Obló LED*



Figura 5.31. Luminária *Disano*®741 *Obló LED* (*Disano c*, 2013)

Principais características da luminária

- Montagem Saliente de Parede
- Iluminação difusa

Marca/Modelo da Lâmpada- *Disano*® 741 *Circ LED*

Características Elétricas

- Potência Elétrica: 16 W

Características Fotométricas

- Temperatura de cor: 4000 K
- Índice de Reprodução de Cores: 80
- Fluxo Luminoso: 1300 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas da Lâmpada

- Vida Média: 50000 horas

5.2.5. Luminária de Teto Secundária

Este tipo de luminária (figura 5.32) será colocada nas zonas secundárias do edifício do Mercado, por exemplo nos corredores que dão acesso às câmaras frigoríficas ou junto à entrada Oeste do 1º piso.

É uma luminária que emite um fluxo luminoso baixo, ideal para locais onde o nível de iluminância média não requeira valores muito elevados.

Tem também a vantagem de se poder utilizar em teto ou em parede, apresentando de igual modo resultados satisfatórios.

Marca/Modelo- *Whitecroft® Kolo Surface*



Figura 5.32. Luminária *Whitecroft® Kolo Surface* (Whitecroft, 2013)

Principais características da luminária

- Montagem Saliente de Parede ou Teto

- Iluminação difusa

Marca/Modelo da Lâmpada- LED

Características Elétricas

- Potência Elétrica: 10,5 W

Características Fotométricas

- Temperatura de cor: 4000 K
- Índice de Reprodução de Cores: 80
- Fluxo Luminoso: 800 Lm
- Título da Cor: Luz Neutra

Características Físicas da Lâmpada

- Vida Média: 50000 horas

5.2.6. Análise das lâmpadas e luminárias propostas

Atendendo às condições que o Mercado e a Peixaria exigem, e tendo em conta o tipo de atividade que se mantem, as lâmpadas escolhidas cumprem as exigências impostas pela norma.

Toda a iluminação está com uma temperatura de cor constante de 4000 K e um IRC de 80, o que favorece consideravelmente a circulação de pessoas sem que estas se sintam incomodadas com a temperatura de cor.

As luminárias principais estão de acordo com o pretendido pela Arquiteta da Câmara, apresentando um estilo industrial igual às que se encontram atualmente instaladas.

Recorreu-se também a outras luminárias tal como referido na descrição das mesmas, devido á impossibilidade de obter o fluxo luminoso necessário, apenas com as luminárias principais.

5.3. ANÁLISE ENERGÉTICA DO MERCADO MUNICIPAL D. PEDRO V

O presente ponto do capítulo aborda a comparação entre o consumo energético relativo à iluminação atual e à alternativa proposta, para os dois edifícios que compõem o Mercado Municipal D. Pedro V.

Para a execução destes cálculos teve-se de recorrer a fórmulas de cálculo, que são usadas para o cálculo da fatura energética.

As fórmulas de cálculo determinadas são as seguintes:

I. Consumo anual total:

$$\text{Consumo anual total} = \sum \text{Consumo anual por luminária}$$

$$\text{Consumo anual por luminária} = \sum \text{Consumo mensal por luminária}$$

I. Custo mensal em hora de ponta:

$$\text{Consumo mensal por tipo de luminárias} = \text{dias} \times (\text{potência consumida} \times n^{\circ} \text{ horas de ponta} \times \text{preço kWh da potência contratada em hora de ponta})$$

I. Custo mensal em hora de vazio:

$$\text{Consumo mensal por tipo de luminárias} = \text{dias} \times (\text{potência consumida} \times n^{\circ} \text{ horas de ponta} \times \text{preço kWh da potência contratada em hora de vazio})$$

I. Custo mensal em hora de super vazio:

$$\text{Consumo mensal por tipo de luminárias} = \text{dias} \times (\text{potência consumida} \times n^{\circ} \text{ horas de ponta} \times \text{preço kWh da potência contratada em hora de super vazio})$$

I. Custo mensal em hora de cheia:

$$\text{Consumo mensal por tipo de luminárias} = \text{dias} \times (\text{potência consumida} \times n^{\circ} \text{ horas de ponta} \times \text{preço kWh da potência contratada em hora de cheia})$$

Este cálculo é o mais aproximado possível da realidade, pois teve-se em consideração os seguintes fatores:

- Tipo de tarifário
- Tipo de ciclo horário
- Preço da energia ativa para os períodos horários

- Tipo de horário

5.3.1. Iluminação Atual

Nos quadros que se seguem é apresentado o consumo de eletricidade, que diz respeito a toda a iluminação instalada no espaço comercial do Mercado Municipal D. Pedro V.

O Quadro 5.1 mostra a potência total por tipo de lâmpada para os dois edifícios.

Quadro 5.1- Potência total instalada para iluminação

Tipo de Lâmpada	N.º Lâmpadas	Potência [W]	Potência total [kW]
<i>Philips CDM-T 70W 830 G12</i>	138	70	9,66
<i>Philips 18W WW E27</i>	12	8	0,096
<i>Osram HQI-E 250W NSI</i>	50	250	12,5
<i>Philips PL-L18W 840 4P</i>	4	18	0,072

Facilmente se vê que a maior parcela da potência instalada, diz respeito às luminárias de 250W, que se encontram instaladas nas cúpulas.

O Quadro 5.2 mostra os gastos mensais e anuais que se tem com a iluminação comercial, por tipo de luminária e também total.

Quadro 5.2- Custo total anual de todas as luminárias

Tipo de Lâmpada	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Custo Mensal [€]		
					Maior	Junho	Julho
Philips® CDM-T 70W 830 G12	249,6439	221,90566	249,6439	240,3978	249,6439	231,1517	249,6439
Philips® 18W WW E27	2,480933	2,2052736	2,480933	2,389046	2,480933	2,29716	2,480933
Osram® HQI-E 250W NSI	323,0381	287,145	323,0381	311,0738	323,0381	299,1094	323,0381
Philips® PL-L18W 840 4P	1,8607	1,6539552	1,8607	1,791785	1,8607	1,72287	1,8607
Dias de Funcionamento [Mês]	27	24	27	26	27	25	27

Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Custo Anual [€]
249,6439	231,15173	249,6439	240,397794	249,643863	2912,511735
2,480933	2,29716	2,480933	2,3890464	2,4809328	28,944216
323,0381	299,10938	323,0381	311,07375	323,038125	3768,778125
1,8607	1,72287	1,8607	1,7917848	1,8606996	21,708162
27	25	27	26	27	315

Custo Total Anual c/IVA [€]
6731,942238

O valor anual para as condições previstas na fatura energética do ano de 2013 foi 6731,94€, unicamente para gastos com a iluminação comercial dos dois edifícios.

5.3.2. Iluminação Proposta

Tal como referido anteriormente, os valores apresentados nos quadros que se seguem, dizem unicamente respeito á iluminação dos espaços comerciais dos dois edifícios que compõem o Mercado Municipal D. Pedro V.

O Quadro 5.3 mostra a potência total por tipo de lâmpada para os dois edifícios.

Quadro 5.3- Potência total instalada para iluminação

Tipo de Lâmpada	N.º Lâmpadas	Potência [W]	Potência total [kW]
<i>Disano</i> 741 Circ LED	3	16	0,048
<i>Disano</i> SLE G2 40 3116	347	40	13,88
T5-C 40W (865)	9	40	0,36
TC-D 18W	18	18	0,324
<i>White croft</i> LED	4	10,5	0,042

Através de uma análise superficial facilmente se entende, que foram suprimidos praticamente 8 kW em relação á iluminação atual.

O Quadro 5.4 mostra os gastos mensais e anuais que se tem com a iluminação comercial, por tipo de luminária e também total.

Quadro 5.4- Custo total Anual de Todas as Luminárias

Tipo de Lâmpada	Custo Mensal [€]						
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho
<i>Disano</i> 741 Circ LED	1,2404664	1,1026368	1,2404664	1,1945232	1,2404664	1,14858	1,2404664
<i>Disano</i> SLE G2 40 3116	358,70153	318,84581	358,70153	345,41629	358,70153	332,13105	358,701534
T5-C 40W (865)	9,303498	8,269776	9,303498	8,958924	9,303498	8,61435	9,303498
<i>White croft</i> LED	1,0854081	0,9648072	1,0854081	1,0452078	1,0854081	1,0050075	1,0854081
TC-D 18W	8,3731482	7,4427984	8,3731482	8,0630316	8,3731482	7,752915	8,3731482
Dias Funcionamento	27	24	27	26	27	25	27

Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Custo Anual [€]
1,2404664	1,14858	1,2404664	1,1945232	1,2404664	14,472108
358,701534	332,13105	358,701534	345,41629	358,701534	4184,85123
9,303498	8,61435	9,303498	8,958924	9,303498	108,54081
1,0854081	1,0050075	1,0854081	1,0452078	1,0854081	12,6630945
8,3731482	7,752915	8,3731482	8,0630316	8,3731482	97,686729
27	25	27	26	27	315

Custo Total Anual c/IVA [€]
4418,213972

Como era previsto com a substituição dos equipamentos de iluminação atualmente instalados, por outros mais eficientes, foi possível reduzir o custo da fatura energética anual, em mais de 2000 €.

5.3.3. Estudo comparativo da Análise Energética

Pelos valores obtidos em ambas as simulações, pode-se concluir que existe uma poupança direta de aproximadamente 2300 €/Ano.

A poupança que se obtém com a alternativa proposta, deve também incluir o tempo de vida útil que as lâmpadas propostas têm em relação às atuais, tendo em consideração o custo unitário de cada lâmpada.

O Quadro 5.5 representa o retorno financeiro direto em anos, que se obtém entre o investimento feito e a poupança anual na fatura energética.

Por ausência de resposta por parte de algumas marcas, em relação ao custo unitário por luminária, os valores que aparecem dizem apenas respeito às luminárias *Ghost* LED.

Quadro 5.5- Tempo de retorno

Nº Luminárias	Preço Unitário [€]	Poupança Anual [€]	Tempo de retorno [Anos]
347	320	2314	48

O investimento a realizar para a substituição de todas as luminárias, não é viável se tomarmos só em atenção a poupança anual, porem como já foi referido existem outros tipos de poupanças indiretas, que atenuam um pouco esse investimento.

Poderá também haver a possibilidade de reaproveitar as luminárias *Ghost*, atualmente no Mercado e na Peixaria, atendendo a que as armaduras são exatamente iguais.

Outro fator a ter em conta é a grande melhoria que há em termos de qualidade de iluminação, analisando bem pode-se concluir que com 34,37% de redução na fatura energética obtemos, em determinadas zonas, o dobro da iluminância que se obtém atualmente.

6. Conclusão

6.1. Síntese do trabalho e conclusões gerais

Inicialmente, o previsto para este projeto passava apenas por reduzir o valor da fatura energética, porém, através das várias deslocações ao Mercado Municipal D. Pedro V, foi possível verificar que existia um grande défice de homogeneidade na qualidade da iluminação.

Esse défice de iluminação passou a ser uma certeza, assim que as simulações através do *software Dialux*[®] tiveram início. Em determinadas zonas, a iluminação estava abaixo de metade, daquilo que devia ter segundo as normas, tendo outras zonas excesso de iluminação, como se verifica por exemplo na zona central do edifício da Peixaria (Dialux, 2013).

Posto isso, o principal objetivo do projeto passou por melhorar a qualidade da iluminação, projetando assim um Mercado com níveis de iluminância mais altos, e com maior uniformidade, obtendo assim um espaço mais atrativo do ponto de vista da iluminação.

As principais luminárias usadas na proposta de iluminação são do tipo industriais difusas, sugeridas pela arquiteta da Câmara Municipal.

Houve ainda a necessidade de recurso a outro tipo de luminárias, nomeadamente de parede, de modo a que os níveis de iluminância média pudessem ser cumpridos, em zonas onde houve a impossibilidade de obter esses valores, unicamente com as luminárias principais.

Os resultados obtidos na iluminação proposta foram satisfatórios, pois alcançou-se uma boa uniformidade e níveis de iluminância média bastante bons. Além disso conseguiu-se obter uma redução muito grande nos níveis de encadeamento, que porém em alguns pontos não apresentam os valores pretendidos, o que pode em parte ser explicado, por as luminárias escolhidas não serem as mais indicadas.

Através de uma análise energética, fica bastante evidente que apesar de os níveis de iluminância média terem aumentado consideravelmente, obteve-se mesmo assim uma poupança anual de aproximadamente 34,37% no preço a pagar na fatura energética.

Claro que o tempo de retorno pode não justificar o grande investimento que é necessário, em parte por as luminárias não serem certamente as mais indicadas para o efeito. Porém, o aspeto que o Mercado vai ter e as condições que podem oferecer, pode justificar uma renovação desta magnitude.

Fica evidente, portanto, que o recurso a lâmpadas LED permitiu assim obter uma grande redução da potência total consumida, com a iluminação.

No intuito de aderir a estas “novas” tecnologias é que este projeto foi proposto. É praticamente certo que num futuro próximo, as lâmpadas LED vão estar a um preço mais acessível, o que vai permitir ainda mais um aumento da eficiência na área da iluminação.

6.2. Considerações finais e trabalho futuro

Durante a realização deste projeto, fica um pouco na ideia que houve mais preocupação em reduzir a fatura energética, do que em melhorar a qualidade da iluminação.

A ideia que fica é que a luminária principal escolhida pelo responsável da Câmara Municipal, foi apenas escolhida a pensar no aspeto arquitetónico que a mesma vai oferecer. O Mercado iria beneficiar se houvesse uma iluminação mista, recorrendo a outro tipo de luminárias, como por exemplo o recurso a projetores para as bancas centrais e laterais do rés-do-chão.

Outro recurso que se devia aproveitar era o sol, que durante a maior parte do ano poderia fornecer a luz necessária, ou quase necessária para a iluminação do 1º piso do edifício do Mercado. Mas isso só é possível, se houver um melhor aproveitamento das claraboias que o edifício tem, ou então recorrendo á colocação de claraboias laterais. O mesmo se passa no edifício da Peixaria.

Tudo isso iria permitir uma redução considerável da fatura energética, pois, o tempo e as luminárias que iam estar ligadas durante o dia, ia ser bastante inferior.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Andrade, 2001) Baseado no texto da autoria do Dr. Carlos Santarém Andrade, contida no suplemento n. 739 do Jornal de Coimbra, de 15 de Novembro de 2001

(Autodesk, 2013) Autodesk® Inventor, *software* de construção <http://www.autodesk.pt/products/autodesk-inventor-family/overview> (pagina internet oficial), Portugal

(Casaepianos, 2013) Temperaturas de Cor das Lâmpadas <http://www.casaepianos.com/imagens/temperatura-de-cor-lampadas.png> (pagina internet oficial)

(ClearVision, 2013) *ClearVision*® ROM-140 <http://www.clearvisionlighting.co.uk/wp-content/uploads/Code%20Building%20Guide%208.0.01.01.13.pdf> (pagina internet oficial), Inglaterra.

(Cortez a, 2013) Bancas de Venda de Produtos hortícolas. Fotografia de Autor

(Cortez b, 2013) 1º Piso do Mercado Municipal. Fotografia de Autor

(Cortez c, 2013) Estrutura do telhado da Peixaria. Fotografia de Autor

(Cortez d, 2013) Luminária das Cúpulas. Fotografia de Autor

(Cortez e, 2013) Imagem real da zona central da Peixaria. Fotografia de Autor

(Cortez f, 2013) Imagem real das bancas laterais da Peixaria. Fotografia de Autor

(Cortez g, 2013) Imagem real dos corredores laterais do rés-do-chão da Peixaria. Fotografia de Autor

(Cortez h, 2013) Imagem real dos corredores laterais do 1º piso da Peixaria. Fotografia de Autor

(Cortez i, 2013) Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado. Fotografia de Autor

(Cortez j, 2013) Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado. Fotografia de Autor

(Cortez k, 2013) Imagem real do rés-do-chão do edifício do Mercado. Fotografia de Autor

(Cortez l, 2013) Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado. Fotografia de Autor

(Cortez m, 2013) Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado. Fotografia de Autor

(Cortez n, 2013) Imagem real do 1º piso do edifício do Mercado. Fotografia de Autor

(Creder, 2007) *Creder*, H. (2007). Instalações Elétricas, 15ª Edição, Capítulo 5 - Comparação entre os diversos tipos de lâmpadas. LTC Editora, Brasil.

(Dialux, 2013) *Dialux®*, *Dial light building software* <http://www.dial.de/DIAL/en/dialux-international-download.html> (pagina internet oficial), Alemanha.

(Disano a, 2013) Luminária Principal de Corredor. Acedido em 5 de Setembro de 2013 <http://download.disano.it/pdf/POR/778.pdf> (pagina internet oficial), Itália.

(Disano b, 2013) *Disano®* 3116 *Ghost* LED- Difusor micro-acetinado http://www.disano.it/GetHome.pub_do?language=POR (pagina internet oficial), Itália.

(Disano c, 2013) *Disano®* 741 *Obló* LED http://www.disano.it/GetHome.pub_do?language=POR (pagina internet oficial), Itália.

(Empalux, 2013) A influencia da cor no humor e as aplicações de iluminação <http://www.empalux.com.br/?a1=1> (pagina internet oficial), Brasil.

(EN 12464-1, 2011) Norma EN 12464-1 <http://pt.scribd.com/doc/98078977/SR-EN-12464-1-2011e>

(Fau.usp, 2013) AF apostila conceitos e projetos SITE http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0262/Af_Apostila_Conceitos_e_Projetos.pdf

(Getalamp a, 2013) *Philips MasterColour* CDM-T 70W 830 G12 <http://www.getalamp.pt/descarga-discharge-lamps/philips-mastercolour-cdm-t-g12/philips-mastercolour-cdm-t-70w-830-g12.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Getalamp b, 2013) *Philips MASTERColour* CDM-T Elite 70w/942 G12 <http://www.getalamp.pt/philips-mastercolour-cdm-t-elite-70w-942-g12-1ct-clear.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Getalamp c, 2013) *Osram* HQI-E 250W/N/SI <http://www.getalamp.pt/descarga-discharge-lamps/alta-intensidad/osram-hqi-e-250-d-pro-250w-e40-powerstar.html> (pagina oficial internet), Portugal.

(Getalamp d, 2013) *Philips MASTER* PL-L18W/840/4p <http://www.getalamp.pt/bajo-consumo-energy-saving/no-integradas/philips-master-pl-l-18w-840-4p.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Getalamp e, 2013) *Philips GENIE* 18W WW E27 <http://www.getalamp.pt/philips-master-genie-8w-ww-e27-220-240v-1ct-12.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Getalamp f, 2013) *Osram® FC 40W/840 LUMILUX T5 Circular* <http://www.getalamp.pt/fluorescentes-fluorescents/circulares/osram-fc-40w-840-2gx13-lumilux-t5-circular.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Getalamp g, 2013) *Osram® Dulux D 18W/835* <http://www.getalamp.pt/bajo-consumo-energy-saving/no-integradas/osram-dulux-d/osram-dulux-d-18w-835-g24d-2.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Google a, 2013) Pavilhão do Mercado Atualmente <https://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl> (pagina internet oficial), Portugal

(Google b, 2013) Cais de carga e descarga. <https://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl> (pagina internet oficial), Portugal

(Google c, 2013) Acessos ao Interior do Mercado e Peixaria. <https://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl> (pagina internet oficial), Portugal

(Lightsearch, 2013) Strategies for Reducing Unwanted Glare <http://www.lightsearch.com/resources/lightguides/glare.html> (pagina internet oficial).

(Luminae, 2013) Exemplo de um Supermercado bem Iluminado http://www.luminae.com.br/wordpress/wpcontent/uploads/2011/03/destaque_teste_gd.png (pagina internet oficial), Brasil.

(Luxside, 2013) Índice de Reprodução de Cores <http://luxside.com.br/blog/irc-indice-de-reproducao-de-cor-da-lampada/>(pagina internet oficial), Brasil.

(Mediatico a, 2013) Pavilhão da hortaliça coberto <http://www.mediatico.com.pt/mercado/m1.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Mediatico b, 2013) Cobertura do pavilhão da Peixaria <http://www.mediatico.com.pt/mercado/m1.html> (pagina internet oficial), Portugal.

(Mercados.CM- Coimbra, 2013) Mercado Municipal no início do séc. XX http://mercados.cm-coimbra.pt/_MMDPV/Images/01_historia.jpg (pagina internet oficial), Portugal.

(Philips, 2013) Exemplo de uma Área de Venda a Retalho <http://www.lighting.philips.pt/projects/tengelmann.wpd> (pagina internet oficial), Portugal.

(Simes, 2013) Luminária dos Apliques de Entrada <http://www.simes.com/pt/catalogue/codice.php?id=417> (pagina internet oficial).

(Solar, 2013) *Solar® Primo FDV* <http://www.sg-as.no/en/products/1/55/exterior-primo> (pagina internet oficial), Noruega

(Visão.sapo, 2013) Vantagens e desvantagens das lâmpadas LED <http://visao.sapo.pt/as-vantagens-e-desvantagens-das-lampadas-led=f710735> (pagina internet oficial), Portugal.

(Wikipedia, 2013) Ofuscamento <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ofuscamento> (pagina internet oficial), Portugal.

(Whitecroft, 2013) *Whitecroft® Kolo Surface* <http://www.whitecroftlighting.com/our-products/kolo-surface> (pagina internet oficial)

8. ANEXOS

Devido ao grande número de tabelas que o software *Dialux*® forneceu, optou-se pela colocação das mesmas num CD-ROM.

