



Universidade de Aveiro Departamento de comunicação e Arte
2013

**Gregório André Piloto
Pinhel de Almeida
Rodrigues**

**Design em sistemas de iluminação médica
modular para ambulâncias**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design do Produto, realizada sob a orientação científica do Mestre Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé Rosado Bago de Uva (professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro) e do Prof. Doutor José Paulo Santos (professor auxiliar Universidade de Aveiro)

Aos meus pais, à minha irmã, à minha família e aos meus amigos;
Pelo constante e incansável apoio.

O Juri

Presidente

Professora Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Francisco José Malheiro Queirós de Melo
professor associado da Universidade de Aveiro

Professor Doutor José Manuel Pereira Ferro Camacho
professor auxiliar do Instituto de Artes Visuais, Design e Marketing de Lisboa

Mestre Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé Rosado Bago d'Uva
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos docentes da licenciatura em Tecnologias e Design de Produto Universidade de Aveiro e do Mestrado em Engenharia e Design de Produto, pelo apoio que em algum momento me ofereceram, em especial, ao Mestre Paulo Bago d'Uva pela disponibilidade, pelos conselhos e sugestões e fundamentalmente pela confiança depositada e pelo estímulo constante.

Aos meus amigos pelos constantes sorrisos e compreensão da ausência, pelos conselhos e pelos momentos de descontração e lazer, por acreditarem sempre em mim e me apoiarem nas minhas decisões.

Aos meus pais, por todo o apoio nesta fase de ausência física e mental, por acreditarem em mim e motivarem-me constantemente durante este longo processo. Aos meus avós, tios e primos por me proporcionarem um ótimos momentos de descanso e lazer desanuviando a pressão de todo o trabalho. Em especial à minha tia Gil que me deu um apoio incondicional nesta etapa decisiva para a minha vida académica e profissional.

palavras-chave

Design transportes; Transformação automóvel; Ambulância;
Auto interiores; Iluminação médica.

resumo

A iluminação no tratamento de pacientes em veículos de emergência médica é um fator com cada vez maior relevância em projetos e estudos. Está comprovado que a iluminação influencia diretamente a performance do especialista e o bem estar do paciente.

Este projeto de dissertação consiste no desenvolvimento de um sistema de iluminação de arquitetura modular para o tratamento de pacientes numa célula sanitária de uma ambulância (zona de tratamento de pacientes). O projeto foi criado tendo em conta a indústria nacional e as suas limitações técnico financeiras.

A metodologia utilizada remete para uma análise aprofundada do mercado concorrente e paralelo, e para a análise de casos de excelência.

Desenvolveu-se um modelo concetual para atender às necessidades identificadas durante a pesquisa. Para uma melhor análise do produto final, este modelo concetual é posteriormente convertido num modelo CAD 3D para o processamento de renders foto realísticos que servem não só para efeitos demonstrativos, mas também para simulações da iluminação da proposta desenvolvida. São realizados testes mecânicos a todas as estruturas inerentes ao projeto e é analisado o mercado para a seleção de componentes e tecnologias para incorporação no modelo final.

A união entre o Design e a Engenharia para o processo de desenvolvimento de um produto na área da saúde, foram alvo de um reflexão neste relatório.

key-words

Transportation design; Automotive transformation; Ambulance;
Auto interiors; Medical lighting

abstract

The lightning in treatment of patients in emergency vehicles is a factor with increasing relevance in projects and studies. It's a proven that lightning systems have direct influence on performance of the experts of healthcare and well being of patients.

This dissertation project consists in developing modular lightning system architecture for the treatment of patients in sanitary cells of ambulances (treating patients zone). The project was developed with regards to technical and financial limitations of the national industry.

The methodology refers to a thorough analysis of concurrent and parallel market, and to the analysis of cases of excellence.

A conceptual model was developed responding to identified needs of costumers during the research. For a better analysis of the finished product, the conceptual model is then converted into a 3D CAD model for the processing of photorealistic renderings, that serve not only for demonstration proposes, but also for simulation of the designed lighting system. Mechanical tests were made to all developed structures. A component and technology selection was made through a market analysis for incorporation into the final model.

The combination between Design and Engineering into the designing process of healthcare products is object of reflection on this report

ÍNDICE

19	Introdução
20	Problema e a sua relevância
21	Estrutura da dissertação
23	Considerações metodológicas
25	Contextualização teórica
26	Definição de ambulância
28	Análise de tipologias de ambulâncias
30	Estudo da luz
32	Intensidade luminosa
32	Fluxo Luminoso
32	Física da luz
33	Iluminância
33	Luminância
33	Reflexão
34	Temperatura da cor
34	Tipos de lâmpadas
35	Lentes convergentes
35	Lentes côncavas
35	Lentes
36	Definição de modularidade
38	Análise norma
40	Estudo dimensional da ambulância
43	Estudo de mercado
43	Benchmarking
44	Ambulanzmobile
44	SOMATI
46	GIFA
46	EDM Ambulanze
46	ARICAR
48	POLAR Special Car
48	ALESSI & BECAGLI
50	BOILANTI
52	G.G.G. Elettromeccanica
52	BINZ
54	Análise de mercado nacional
54	EMERGÊNCIA 2000
54	FUTURVIDA
56	MEDIMOBIL
56	IRIBUS
56	AUTO RIBEIRO

58	Análise mercado paralelo
58	Análise mercado médico-dentário
60	Iluminação cirúrgica
61	Síntese análise de mercado
62	Síntese análise de mercado paralelo
65	Casos de Excelência
67	DESIGN FOR PATIENT SAFETY
69	HEALTHCARE ON THE MOVE treating patients in the community: the smart pods project
71	DESIGN FOR PATIENT SAFETY Future ambulances
72	Relações com o projeto
75	Desenvolvimento e apresentação de propostas
76	Definição do modelo e volumetria
77	Tipologia de desenvolvimento do produto
78	Observação direta
79	Árvore das necessidades
79	Diagrama de Mudge
81	Modelo de Kano
82	Matriz de qualidade (QFD)
83	Análise matriz de qualidade
84	Definição concorrência alvo
86	Desenvolvimento de conceitos
90	Arquitetura do produto
92	Sugestão de apresentação
97	Análise do conceito final
98	DFX design for manufacturing + assembly
98	Módulo de iluminação lateral
99	Módulos de iluminação
99	Superior e inferior
101	Carnagem
102	Fixação carnagem
103	Módulo de iluminação focalizada
103	Carnagem envolvente do sistema
103	Tampa de fixação pega
103	Pega em silicone
104	Estrutura metálica
104	Placas PCB + LEDs
104	Lente
105	Entrada de luz natural
106	Seleção de materiais

106	Tipos de dissipadores
107	Polímeros para carnagens
109	Estrutura metálica
110	Estrutura de suporte lateral
110	testes mecânicos
112	Estrutura de suporte inferior
114	Estrutura de suporte superior
116	Desenhos técnicos
117	Seleção de componentes
119	Seleção dos vidros
120	Mercedez-benz: Magic Sky control
121	Centro de controlo
123	Considerações finais
124	Considerações finais
125	Possibilidades de
125	desenvolvimentos futuros
129	Bibliografia
135	Anexos
136	Design e setor industrial privado como forças emergentes para a standardização de ambulâncias (artigo pessoal)
144	Fotorrealismos realizados
152	Índice de imagens e de tabelas

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

01

INTRODUÇÃO

PROBLEMA E A SUA RELEVÂNCIA

Todo o tipo de *workstations* ou postos de trabalho têm de possuir um sistema de iluminação adaptado às funções para as quais estão destinadas, caso contrário poderá ser posta em causa a performance do trabalhador e o próprio trabalho.

O interior de uma ambulância (célula sanitária) é, da mesma forma, considerada uma *workstation*.

Após um estágio curricular realizado na empresa Auto Ribeiro com o âmbito de redesenhar o interior de uma ambulância respondendo às restrições construtivas da empresa, identificou-se um problema no sistema de iluminação.

Após a análise do mercado identificou-se que o universo de ambulâncias tem em alguns casos um sistema de iluminação semelhante à utilizada em casa, no escritório ou até mesmo na sala de estar. A diferença apenas se verificava na potência que estes sistemas imitem. Existem exemplos de exceção onde se identifica um sistema de iluminação projetado para a assistência humana.

A análise de casos de estudo em desenvolvimento de produtos para a saúde permitiu identificar consequências de um mau desenvolvimento de produto pela indústria transformadora automóvel. Em alguns casos, não só no que se refere ao sistema de iluminação, testemunhos e dados certificam que para além da performance do especialista, o bem estar do paciente é também posto em causa assim como a própria integridade física de ambos.

Apesar de muitas vezes ser posta em causa, os autores dos casos de estudo refletem a necessidade de normalizar o interior das ambulâncias para facilitar a aprendizagem e melhorar a prestação dos especialistas. Mas, enquanto a normalização do interior das ambulâncias não for resolvido, é necessário reduzir os erros e oferecer melhores condições de trabalho aos especialistas e melhorar o serviço de saúde dos pacientes.

É necessário humanizar a experiência do paciente e melhorar a performance dos especialistas da área da saúde. Assim sendo, tal como o Design tem um papel preponderante na identificação e tratamento das necessidades convertendo-as em soluções, a engenharia tem a capacidade de reestudar as soluções propostas pelo Design e implementá-las na indústria nacional, com os objetivos de reduzir simultaneamente custos de produção e a performance.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente projeto de dissertação está organizado em três corpos essenciais que englobam diferentes capítulos sendo eles a contextualização teórica, onde são analisados definições e informações relevantes para o desenvolvimento do projeto; os casos de excelência, que identificam estudos e artigos previamente realizados diretamente relacionados com o projeto em questão; Por ultimo é apresentado o projeto onde são aplicadas soluções para os problemas identificados.

A contextualização teórica é composta por variados estudos e pesquisas relevantes para o desenvolvimento do projeto.

Nesta etapa são analisadas as grandezas necessárias para o desenvolvimento sólido e coerente de um projeto de iluminação como fluxo luminoso, reflexão, temperatura da cor, entre outros e a reação do olho humano perante estas especificidades da luz. É analisado o mercado nacional e europeu de ambulâncias de modo a conhecer outras soluções com níveis orçamentais majoritariamente superiores, que implicam a utilização de métodos industriais economicamente pouco viáveis para a industria nacional. Análise de mercado paralelo, análise do mercado dentário e do mercado cirúrgico, relativamente a soluções de modularidade e mobilidade. Por final é analisado um extrato da norma europeia EN 1789:2007 para o desenvolvimento de ambulâncias, que permite obter guidelines projetuais para a conceptualização do sistema de iluminação. Os casos de excelência reportam a estudos e artigos realizados anteriormente diretamente relacionados com o presente projeto de dissertação. Nesta fase são analisados os objetivos gerais dos projetos mas é dada especial atenção a temas que incluam sistemas de iluminação. Os estudos e artigos são analisados e utilizam-se algumas conclusões destes para o desenvolvimento da dissertação. Com todo o conhecimento adquirido através dos casos de excelência e da contextualização teórica, dá-se inicio ao projeto que tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de iluminação para ambulâncias. Após a recolha e tratamento de necessidades através da utilização de ferramentas de apoio ao desenvolvimento do produto, são desenvolvidos conceitos que por sua vez dão lugar a um modelo CAD 3D. As estruturas desenvolvidas são sujeitas a simulações de esforços até à obtenção de versões finais.

Após a definição total do modelo CAD 3D, segue-se a fase de seleção de componentes onde é realizada uma pesquisa exaustiva no mercado da tecnologia necessária para que todos os requisitos do

projeto sejam cumpridos.

Numa fase final são apresentados os processos de fabrico, os desenhos técnicos, os testes mecânicos realizados e materiais selecionados para a solução desenvolvida tal como fotorrealismos do mesmo.

Reflete-se por fim sobre a importância da união entre o design e a engenharia para o desenvolvimento de produto. A implementação de uma arquitetura modular

É apresentada uma reflexão crítica onde são propostos desafios futuros baseados em todo o estudo realizado para o presente projeto de dissertação. Por conclusões e propostas para desafios futuros.
(por terminar)

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente projeto de dissertação é baseada na metodologia projetual apresentada por Karl T. Ulrich e Steven D. Eppinger em “*Product Design and Development*” (2003). No entanto existem fases do projeto onde a metodologia foi adaptada e reformulada à realidade do projeto.

Tal como foi referido anteriormente, para o desenvolvimento do presente projeto de dissertação foi necessário recolher necessidades dos *stakeholders* envolvidos, os pacientes, os médicos especialistas e os produtores de ambulâncias. Nesta fase do projeto em alternativa à metodologia utilizada pelos autores anteriormente referidos, para a recolha de necessidades foram analisados casos de estudo anteriormente realizados na área de desenvolvimento de produto na área de saúde. Foram ainda utilizados briefs e ferramentas anteriormente utilizadas no estágio curricular realizado na Auto Ribeiro como a observação direta da linha de produção de ambulâncias e restrições impostas pela empresa que determinam guidelines projetuais referentes à utilização de tecnologias para produção. O *know-how* obtido durante o estágio curricular foi preponderante para o desenvolvimento do projeto.

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

02

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

DEFINIÇÃO DE AMBULÂNCIA

A seguinte definição tem por objetivo dar a percepção do universo envolvente do módulo de iluminação para transportes ambulares. O objetivo desta pesquisa pretende deixar abertas as possibilidades de implementação do produto em serviços paralelos que requisitem características técnicas semelhantes.

A ambulância é um tipo de veículo destinado ao transporte de pessoas doentes ou com necessidade de tratamento médico de ou para um hospital ou um centro médico. Em alguns casos, existe também um tipo de ambulância adaptada para o transporte de uma equipa médica até ao local da ocorrência, que não possui capacidade de transporte para pacientes.

Esta tipologia de transporte de emergência possui normas para a sua identificação, desde cor, faixas refletoras, luzes rotativas e sirenes, facilitando a identificação em casos de trânsito.

Face às diversas situações em que são requisitadas as ambulâncias, é imperativo que estas possuam características técnicas para responder às diferentes necessidades.

Furgão

Contrariamente ao modelo norte americano, o modelo europeu opta pela utilização de um automóvel com carroçaria do tipo furgão, em detrimento da utilização de uma caixa grande na zona traseira, denominada como mod (modular).

Carro todo-o-terreno

Tipologia utilizada como veículo de socorro médico, transportando apenas equipamento de socorro médico. Recentemente com inserção de uma maca de transporte ambulatório, esta tipologia transporta também doentes.

Motocicleta/bicicleta

Tipologia maioritariamente utilizada em zonas urbanas ou meramente em zonas pedestres, como o caso da bicicleta. A motocicleta é normalmente auxiliada por sidecar, munida de equipamento de suporte de vida avançado, tripulada por um médico responsável por todo o material e um paramédico ou um enfermeiro.

Moto-quatro

Tipologia utilizada do mesmo modo que as motocicletas, mas com a particularidade do acesso ser facilitado em casos extremos.

Carro de Golf

Tipologia utilizada especialmente em eventos desportivo como veículo de suporte médico e/ou transporte de doentes em maca.

Helicóptero

Tipologia utilizada para o transporte e tratamento de doentes em que o acesso não é permitido a outro tipo de transporte.

Avião

Tipologia utilizada para prestações de cuidados médicos em locais remotos e de difícil acesso ou para o transporte de doentes para um centro hospitalar a grande distancia com urgência.

Barco

Tipologia utilizada como ambulância em locais como ilhas ou outros apenas acessíveis por via marítima.

Navio

Tipologia que desempenha funções de hospital móvel e também de ambulância ao transportar pacientes e prestar cuidados de saúde.

ANÁLISE DE TIPOLOGIAS DE AMBULÂNCIAS

Conhecidos os diversos meios de transporte e tratamento de pacientes, é necessário objetivar este estudo e definir a tipologia de transporte a que se destina a proposta de sistema de iluminação.

Homologados pelos Ministérios da Administração Interna e da Saúde, existem 4 tipologias de ambulâncias. Este conjunto é composto pelas classes A1, A2, B e C.

Tipologia A1, ambulância de transporte

Tipologia destinada ao transporte de doentes em maca, sem necessidade de assistência durante o trajeto. A tipologia é distinguida dos demais pelo seguinte equipamento:

Célula sanitária separada da cabine de tripulação, constituída por pelo menos uma maca e um assento de transporte. A tripulação é definida por dois elementos sendo que estes devem possuir curso de tripulante de ambulâncias de transporte.

Tipologia A2, ambulância de transporte

Destinada ao transporte de doentes sentados que não necessitem de assistência médica durante o transporte. Caracterizada por estarequipada na célula sanitária com o máximo de 7 lugares sentados, podendo estes serem substituídos por cadeiras de transporte e/ou cadeiras de rodas.

Designada para o transporte de utentes com mobilidade reduzida, esta tipologia é equipada com rampas de acesso lateral e traseiro, piso antiderrapante e calhas para fixação de cadeiras de rodas com cintos.

A cabine dos tripulantes permite o contacto direto com a célula sanitária. A tripulação é composta por dois elementos, estes devem ter o curso de tripulante de ambulâncias de transporte.

Tipologia B, ambulância de socorro

Destinada ao transporte de doentes em maca ou assento que necessitem de assistência durante o transporte, permite estabilizar o paciente e efetuar o suporte básico de vida.

Esta tipologia de veículos caracteriza-se por uma célula sanitária fisicamente desvinculada da cabine de tripulação. Este veículo tem de possuir no mínimo uma maca e um assento de transporte.

A tripulação é definida no mínimo por dois elementos, sendo obrigatório que um dos elementos possua o curso de tripulante de ambulâncias de socorro, enquanto o segundo elemento deve obrigatoriamente possuir o curso de tripulante de ambulância de transporte.

Tipologia C, ambulância de socorro

Destinada ao transporte de doentes em maca que necessitem de assistência durante o transporte, permite estabilizar o doente e efetuar o suporte básico de vida.

Esta tipologia de veículos caracteriza-se por estar equipada com célula sanitária fisicamente desvinculada da cabine de tripulação. Esta tem de possuir no mínimo uma maca e um assento de transporte. A tripulação é constituída por três elementos sendo um médico com formação específica em técnicas de suporte avançado de vida. O segundo elemento pode ser um enfermeiro ou um indivíduo habilitado com o curso de tripulante de ambulâncias de socorro. O equipamento destinado ao suporte avançado de vida é da exclusiva responsabilidade do médico.

A classe C é a tipologia de ambulância pré-selecionada para este projeto, visto que há possibilidade de realizar suporte avançado de vida, ou seja, realizar pequenas cirurgias devido à presença de um médico especializado e ao equipamento. A necessidade de um tipo de iluminação desenvolvido especificamente para a intervenção médica é de extrema relevância para que sejam rentabilizadas ao máximo as capacidades de cada especialista em torno do paciente.

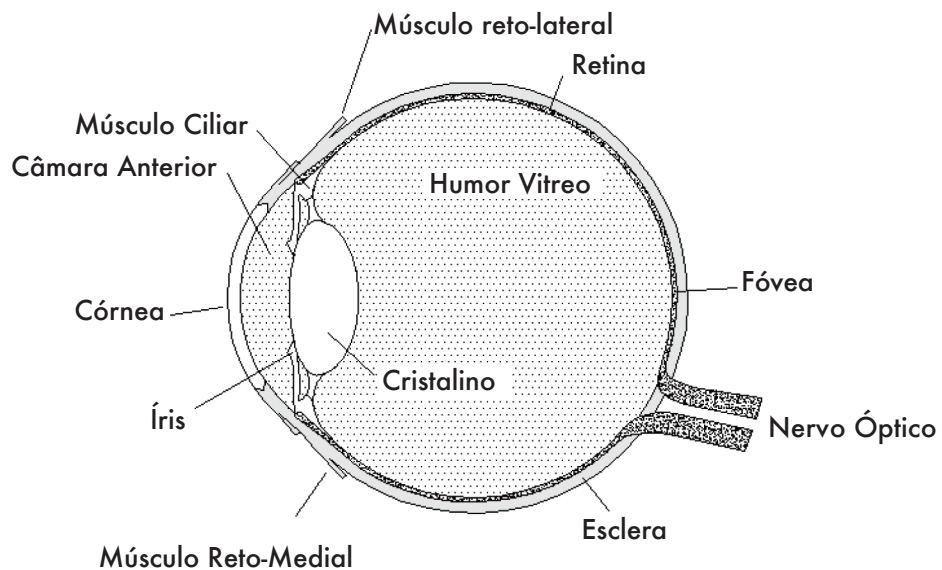
ESTUDO DA LUZ

Um estudo de iluminação é desenvolvido com o objetivo de melhorar as condições de visibilidade. Assim sendo, de seguida, apresentam-se algumas características do olho humano que poderão ter utilidade.

A visão humana é um sistema complexo definido essencialmente por 3 operações realizadas praticamente em simultâneo, permitindo ao olho humano transformar luz em impulsos eletroquímicos enviados ao cérebro através do nervo óptico. A operação óptica recebe a energia luminosa e encaminha-a para a retina; a operação sensorial transforma a imagem luminosa projetada na retina em impulsos electroquímicos; a operação motora permite dirigir e fixar o olhar sobre um ponto específico.

O olho é envolvido por uma membrana opaca denominada como esclera, onde estão ligados os músculos responsáveis pelos movimentos do mesmo. Na parte frontal do olho, existe uma zona transparente chamada córnea, que por sua vez tem atrás a íris que funciona como um diafragma fotográfico, definindo a quantidade de luz que entra no olho. A pupila, a zona por onde entra a luz, é comandada por um músculo que regulariza o seu diâmetro consoante a intensidade da luz incidente.

Na parte posterior da íris situa-se o cristalino, um corpo transparente com a forma de lente envolvido pelo músculo ciliar.



01 Diagrama demonstrativo da composição do olho humano.

Todo o interior do olho é composto por uma substância semilíquida transparente, humor vítreo, tendo em toda a sua envoltória, uma parede interior chamada retina. Esta é a zona mais sensível do olho, situando-se próxima da ligação com o nervo óptico e fóvea.

Quando olhamos para um objeto luminoso ou iluminado alguns dos infinitos raios de luz dele provenientes, entram no olho através da pupila. Depois de serem refratados nos diversos meios transparentes, esses raios formam sobre a retina uma imagem real do objeto.

Na retina existem dois tipos de células fotosensíveis, os cones e os bastonetes. Os cones são mais sensíveis às cores e os bastonetes recebem melhor tonalidades de cinza e preto. Essas células transformam a energia luminosa incidente em impulsos eletroquímicos.

De cada célula parte uma ramificação, por isso todas as ramificações formam o nervo óptico que dirige impulsos até ao cérebro. No cérebro são posteriormente retirados os elementos necessários para a criação de imagens compreensíveis do objeto analisado.

Um dos fatores de maior importância da visão humana é a capacidade de acomodação. Esta capacidade consiste na capacidade de focar os objetos e é controlada pelo músculo ciliar que altera a curvatura do cristalino consoante a distância a que se encontra o objeto a focar.

Quando o olho está em repouso, o músculo ciliar fica relaxado e o cristalino adopta a curvatura mínima (cria-se efeito de acomodação para o infinito). Quando se contrai, a curvatura do cristalino fica mais pronunciada permitindo formar sobre a retina imagens nítidas de objetos até pontos próximos do olho (acomodação para o ponto próximo).

A distância do ponto próximo vai aumentando progressivamente com a idade, devido ao enrijecer do cristalino.

IDADE	PONTO PRÓXIMO
10 – 16 Anos	8 cm
30 Anos	12 cm
45 Anos	25 cm
50 Anos	50 cm
60 Anos	100 cm

Tabela 01 Relação de idade com ponto próximo

“A principal responsável pela redução da eficiência visual, a fadiga ocular, pode ser provocada por fatores diretamente subordinados à iluminação. O esforço visual prolongado parece produzir uma dilatação residual na pupila, só recuperável pelo sono diário. Estudos mostraram que uma iluminação adequada pelo sono diário.”

“(..)Uma iluminação adequada, além de melhorar o conforto visual, reduz a tensão nervosa e os casos de fadiga crônica que levaram pacientes à insônia ou outros efeitos perturbadores do sistema nervoso.

A qualidade é muito importante, pois implica ausência de ofuscamento, cor, direção e distribuição da iluminação.”

Délio Pereira Guerrini, *Iluminação Teoria e Projeto* (São Paulo: Editora Érica Ltda., 2008)

FÍSICA DA LUZ

Após uma breve descrição do comportamento do olho humano em relação aos distintos tipos de iluminação e de alguns efeitos de uma incorreta seleção do tipo de iluminação, introduz-se um breve estudo da física da luz, mencionando algumas características técnicas referidas anteriormente e que são necessárias para que o projeto de iluminação.

FLUXO LUMINOSO

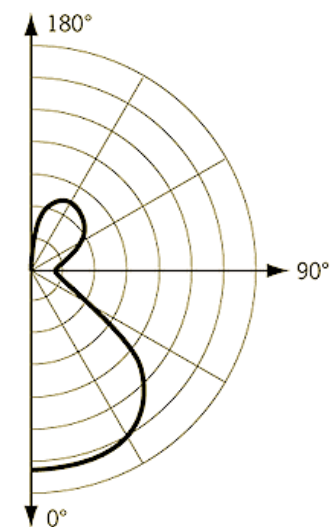
O fluxo luminoso tem como unidade o Lúmen, unidade de medida internacional utilizado para medição do fluxo luminoso. Este consiste na quantidade de luz emitida em todas as direções através de uma fonte luminosa ou a potência de energia luminosa emitida por uma fonte perceptível pelo olho humano.

INTENSIDADE LUMINOSA

A intensidade luminosa tem como unidade de medida do sistema internacional (S.I.) a Candela para medição do fluxo luminoso na direção de um ponto através da projeção de um esferorradiano.

De um modo geral, as fontes luminosas não emitem o mesmo fluxo luminoso em todas as direções.

A representação esquemática denominada como Diagrama fotométrico normalmente é fornecida pelo fabricante.



02 Exemplo diagrama fotométrico.

ILUMINÂNCIA

A iluminância possui como unidade de medida o LUX e consiste na quantidade de fluxo luminoso percebido por uma superfície de dimensões predefinidas de área, ou seja, lúmen/m².

Na prática, como foi referido anteriormente, o fluxo luminoso emitido por um ponto de luz não é constante em todos os pontos. Deste modo, é necessário medir o fluxo luminoso em vários pontos em simultâneo, para isso é recorrente o auxílio um luxímetro.

LUMINÂNCIA

A luminância é a medida do fluxo luminoso emitido, transferido ou refletido numa determinada direção por unidade de superfície perpendicular ao fluxo. Este possui como unidade de medida o apostilbs – asb ou, candela por centímetro quadrado – cd/cm².

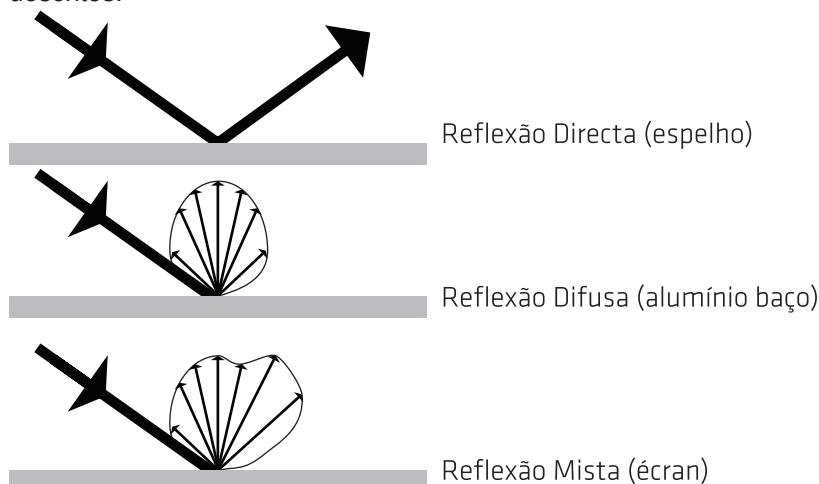
REFLEXÃO

Sendo a reflexão uma propriedade intrínseca em todos os materiais, esta é tratada através de um coeficiente que relaciona o valor do fluxo luminoso emitido para a superfície com a percentagem desse fluxo que é refletida pela superfície em questão. Podendo a reflexão ser:

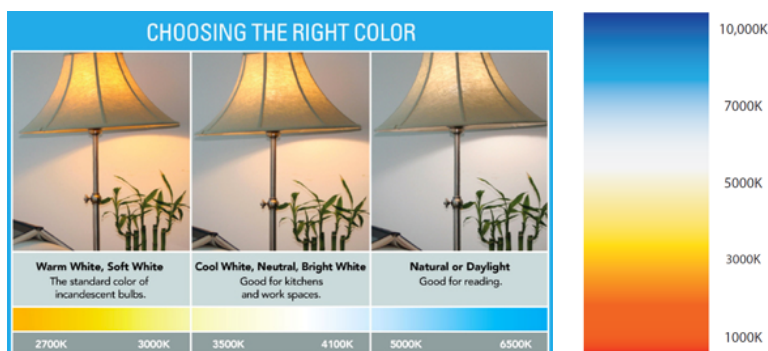
Direta: em que os ângulos de incidência e de reflexão dos raios de luz são iguais (superfície lisa e polida).

Difusa: em que as superfícies refletoras só brilham sob certos ângulos quando iluminadas (reflexos nítidos na superfície de um material baço).

Mista: mistura entre os dois tipos de reflexão anteriormente descritos.



TEMPERATURA DA COR



04 Gráficos demonstrativos da temperatura da cor - Fonte Energy Star

Apesar da escala de cores estar definida, existe ainda um Índice de Reprodução de Cor (IRC) que define a fidelidade de cada tipo de iluminação artificial.

O IRC de uma fonte luminosa é medido através da comparação entre a cor real de uma superfície e a cor durante a iluminação através da fonte de iluminação artificial. Uma fonte com IRC de 100% apresenta o nível máximo de fidelidade.

Lâmpadas						
	K	IRC	lm/W V	ida/horas		
Incandescente	200-3100	100	10-20	1000		
Halógenas	3000	100	15-22	2000		
Vapor de mercúrio	3000-4000	8	0-85	45-75	9000-28000	
Mista	3000-4100	5	5-60	20-35	6000	
Multivapores metálicos	3000-4200	8	0-85	6	5-90	8000
Florescentes						
Comum	400-6100	70-85	60-82	7500		
Indução Magnética	4000	80-89	80-110	60000		
Compactas	2700	85-82	59-68	8000		
Sódio em alta pressão	2000	20-39	70-130	24000		
LED						
LED	2700-10000	90-95	4,5-160	50000		

Tabela 02 Índice de Reprodução de Cor - IRC

TIPOS DE LÂMPADAS

Após a análise da Norma EN 1789:2007+A1, é definido para o projeto que a cor da luz é obrigatoriamente branca, o que elimina a necessidade de realização de estudos relativamente à relação watt/lúmen. Contudo, através de uma rápida análise, conclui-se que a cor branca é a mais eficiente na relação de eficácia watt/lúmen.

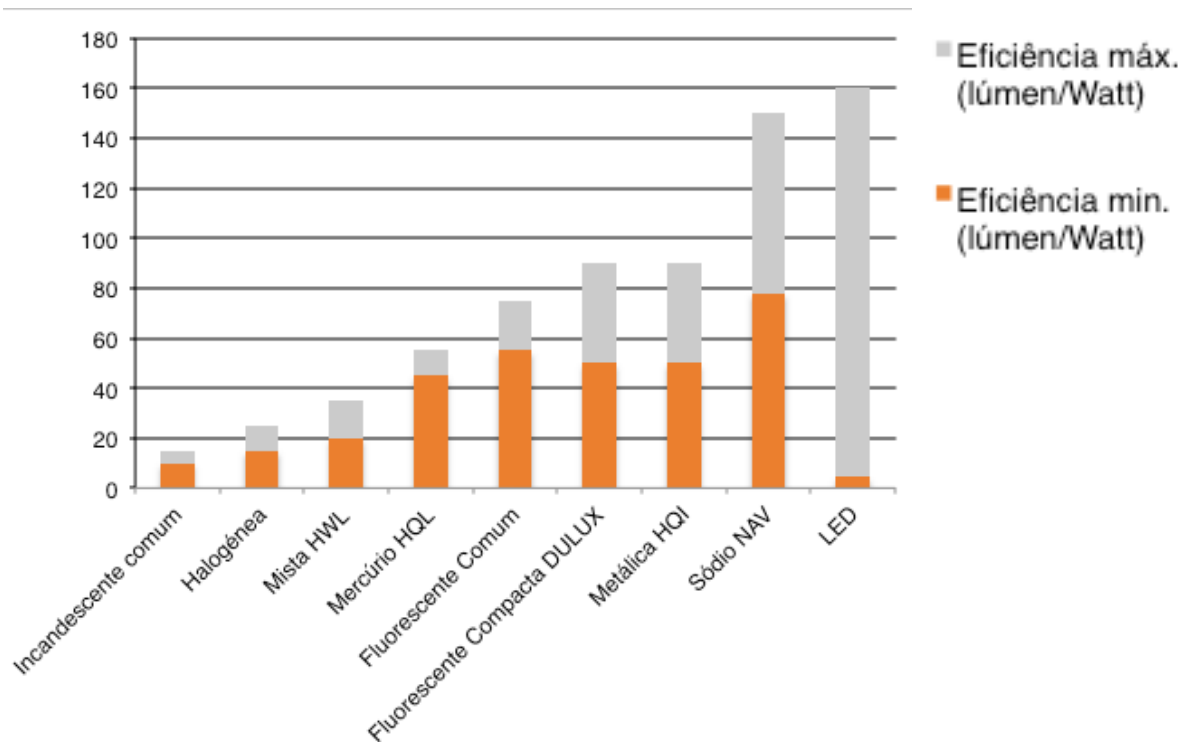
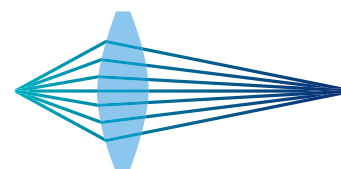


Tabela 03 A eficiência utilizada no gráfico surge da relação Lúmen/Watt. O gráfico compara eficiências mínimas com eficiências máximas de vários tipo de lâmpadas.

A realização do Gráfico 2 permite também concluir que o sistema de iluminação mais eficiente energeticamente é o LED, o que pré-define justificadamente o tipo de iluminação utilizada para o sistema desenvolvido.

LENTEs

A incorporação de lentes no sistema de iluminação é crucial, portanto é necessário perceber o seu funcionamento. A lente, como componente de auxílio de guiamento do foco luminoso, tem a capacidade de reconfigurar a distribuição do foco luminoso através das suas formas.



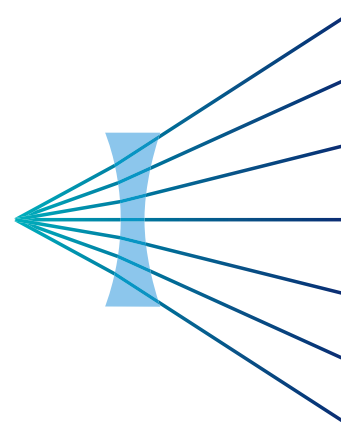
05 Exemplo efeito lentes convergentes.

LENTEs CONVERGENTES

As lentes que possuem maior espessura no centro permitem a focalização do foco luminoso através do atraso proporcionado às ondas incidentes e reduz o ângulo de curvatura das onda incidentes. Imagem 05.

LENTEs CÔNCAVAS

Ao contrário das lentes convergentes, as lentes côncavas possuem menor espessura no centro, permitindo um avanço mais rápido das frentes de ondas incidentes, amplificando o raio de curvatura de projeção. Imagem 06.



06 Exemplo efeito lentes côncavas.

DEFINIÇÃO DE MODULARIDADE

A modularidade é um conceito projetual que apesar de não ser imediatamente perceptível, está presente em grande parte dos eletrodomésticos, aparelhos electrónicos ou outros componentes presentes no dia a dia. Na indústria é uma tendência crescente que tem como definição simplificada:

“Uma unidade fisicamente distinta que contém componentes de diversos sistemas. Exemplos: cockpit, frontend ou assentos.

Sendo um sistema uma unidade que está fisicamente distribuída ao longo do veículo. Exemplos: segurança, iluminação.”¹

Esta definição pode ser alargada até à arquitetura do produto: “Esquema que define o layout dos componentes funcionais, a relação entre estes e os elementos físicos – sejam peças, módulos ou subsistemas – que implementam estas funções, e especifica as interfaces pelas quais estes elementos interagem”²

Arquitetura modular	Arquitetura integral
Subconjunto de elementos, interdependentes entre si mas independentes fisicamente de outros subconjuntos.	Partes interdependentes em todo o produto ou no “interior” de subconjuntos.
Interfaces bem definidas, comuns e uniformizadas para coordenação (geometria função, informação) de subconjuntos.	Interfaces próprias a cada elemento sem preocupações de standardização.
Cada módulo é desenvolvido de forma independente. Subsistemas podem ser melhorados rapidamente sem ter que redefinir tudo. No entanto, modularidade representa um compromisso com performance.	É mais fácil para obter os objetivos de performance para o sistema ou subsistema.
Exige a definição de características e desenho separado, embora sujeito a especificação técnica prévia. Resultados devem ser verificáveis e previsíveis. Exige domínio, com maturidade, do conhecimento associado.	Mudanças das características têm consequências alargadas a todo o veículo ou a vários subconjuntos. Mais fácil inovar ao nível de todo o veículo, sem estar constrangido com alguma rigidez introduzida pela solução modular.
Na realidade, cada módulo tem uma arquitetura, em grande medida, integral no seu “interior”.	

Tabela 04 Arquitetura modular vs. Arquitetura Integral (Ibid.,61)

¹ José Ferro Camacho, *A indústria automóvel portuguesa : explorar o desafio dos autointeriores* (Lisboa: Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel, 2004) 61.

² Ibid., 61

Segundo o autor, a modularidade pode ser ainda implícita em três grandes áreas fundamentais no desenho industrial:

“**Modularidade no design** - permite definir características e tarefas de design e engenharia interdependentes nos módulos e independentes entre eles.

Modularidade no uso – maximiza a facilidade de uso e manutenção do consumidor e minimiza os custos durante o ciclo de vida do produto, uma vez que permite trocar ou acrescentar módulos de acordo com a evolução das necessidades e das disponibilidades do consumidor.

Modularidade na produção e montagem – facilita a produção e montagem por forma a responder às necessidades de variações de produto, fluxo de produção, custos ou exigências de qualidade.”¹

Conclui-se assim que, a modularidade é um conceito que deve ser implementado numa fase inicial de um projeto, seguindo linhas projetuais definidas anteriormente. A definição de uma arquitetura do produto modular, permite que este deixe de ser apenas um esquema demonstrativo, tornando-se numa poderosa ferramenta para o restante processo de desenvolvimento.

A implementação numa fase inicial do projeto deste conceito tem repercussões ao nível da produção que incondicionalmente, levam o produto ao sucesso no mercado. Os princípios referidos anteriormente demonstram uma preocupação a longo prazo de vida do produto para com o produto, segundo o autor, o desenvolvimento de uma estrutura modular permite que, ao longo do tempo de vida útil do produto seja fácil a adaptação dos módulos às necessidades e restrições não identificados originalmente. Exemplo recorrente no mercado automóvel com o lançamento de versões do mesmo modelo automóvel.

1 Ibid.,64

ANÁLISE NORMA

Após o estudo dos tipos de lâmpadas mais utilizados e as suas características, é necessário perceber quais os valores ideais das características estudadas para o projeto em questão. Apesar de existirem normas aplicadas pela higiene e segurança no trabalho com os valores do fluxo luminoso para determinadas tarefas (norma DIN 5035), existe também uma norma europeia (EN 1789:2007+A1) destinada à determinação do fluxo luminoso para veículos médicos e aos equipamentos.

O tópico 4.5.6 define:

“Natural colour balance lighting shall be provided as set out in table 8.

NOTE

The colour temperature of the light will change the appearance of skin and organs. Therefore it is important that the interior lightning is suitable for patient care during transport. It is believed that it is not necessary in ambulance use to define “daylight” or “natural colour balance” in a more exact way than the colour temperature. Regarding the colour temperature a comparison can be examining lights in hospitals are normally between 4800 to 4300 degrees Kelvin.

In type C there shall be an additional light within treatment area with a minimum of 1650 lx. It shall be measured at the stretcher surface in its lowest position. The minimum distance of the measurement shall be 750mm below the light and in an area with a minimum diameter of 200mm.”

TABLE 8 – patient’s compartment illumination

Type of road ambulance		Type of road ambulance			
		A1 Lx	A2 Lx	B Lx	C Lx
Patient Area (stretcher)	Minimum:	100	100	300 ^a	300 ^a
Surrounding area	Minimum	30	30	50	50

^a – Additionally there shall be a facility for switching the light level down to 150-200 lx

Tabela 05 Exerto norma europeia (EN 1789:2007+A1)

Em resumo ao tópico 4.5.6, para o tipo de ambulâncias a que o projeto se destina, esta define a existência obrigatória de um fluxo luminoso de 300 Lux, e ainda de um sistema que permite a diminuição deste fluxo para valores compreendidos entre 150 e 200 Lux, na zona de tratamento do paciente. A restante área tem de ser iluminada com um mínimo de 50 Lux.

Apesar da temperatura da luz não ser definida, a nota inicial sugere uma utilização semelhante à utilizada nos hospitais, compreendida entre 3800 e 4300 graus Kelvin e avisa ainda que o índice IRC é um parâmetro importantíssimo para o tratamento e a examinação dos pacientes. Logo, o índice deve ser o maior possível.

ESTUDO DIMENSIONAL DA AMBULÂNCIA

A norma europeia EN 1789:2007 fornece medidas obrigatórias para o interior das células sanitárias. Estas medidas são alvo de análise e reflexão para que o desenvolvimento seja coeso e sem falhas dimensionais.

O tópico 4.5.2.3 define:

Patient's compartment and treatment area dimensions for type C

In type C ambulance the patient's compartment shall be large enough to incorporate the treatment area (also called "ergonomic space") provided with dimensions as set out in fig 5. Any protrusions into the treatment area shall be designed and constructed to fold away to provide these minimum dimensions. A seat (in stored position) and the medical technical equipment operated from this seat may be intrude the treatment area as follows:

- In this case the maximum intrusion shall be 125 mm at the head end of the stretcher
- Or 125 mm on one side or a sum of 125 mm on both sides.

Verification of conformity of dimension of treatment area shall be made when the stretcher is placed in mean position of the treatment area.

h = A working height of the stretcher surface (excluding mattress) between 400 mm (minimum) and 650 mm (maximum) shall be ensured

$R = 500$ mm (maximum), where R is radius.

A análise do tópico 4.5.2.3 da Norma europeia EN 1789:2007 permite definir a altura máxima a que o módulo de iluminação se encontra relativamente a superfície inferior da célula sanitária (chão). 1775mm é a altura mínima a que o sistema de iluminação em posição normal se encontra. Com uma altura mínima obrigatória de 1800 mm para toda a célula sanitária, o módulo de iluminação pode ir a 25mm abaixo desse limite.

A norma define também uma distância mínima de planeza na zona superior da célula sanitária (tecto) de 1000mm. Ou seja, o desenvolvimento do sistema de iluminação e a incorporação de todos os elementos obrigatórios nesta zona são desenvolvidos para uma largura máxima total de 1000mm, com o intuito de este se adaptar ao número máximo de modelos automóveis para ambulâncias.

ESTUDO DE MERCADO

BENCHMARKING

Atualmente a concorrência económica torna a inovação nos produtos, uma condição obrigatória para que este se distinga e consequentemente conquiste o mercado. O processo de investigação do mercado ou benchmarking, permite conhecer o mercado e analisar quais os pontos fortes e fracos do mercado; originando conhecimento e naturalmente facilidade para alcançar a diferenciação desejada. Os critérios sujeitos a análise na presente pesquisa de mercado são as tecnologias utilizadas para os sistemas de emissão de foco luminoso, os materiais utilizados para o fabrico de carnagens, os processos de fabrico dos componentes inerentes ao sistema de iluminação, a localização espacial do sistema de iluminação no interior da célula sanitária, as cores utilizadas.

Para o processo de reconhecimento do mercado, são analisados produtores não só nacionais mas também europeus. Os modelos norte americanos e britânicos não são inseridos neste estudo de mercado, devido à tipologia de transportes ambulares denominados como **box ambulance**. As dimensões são as principais características desta tipologia, e por serem maiores, permitem uma organização e um dimensionamento do equipamento diferente (maior).

“Projetar é fácil quando se sabe o que fazer. Tudo se torna fácil quando se encontra o modo de proceder para alcançar a solução de algum problema, e os problemas que se nos deparam na vida são infinitos: problemas simples que parecem difíceis porque não se conhecem os problemas que se mostram impossíveis de resolver.”

Bruno Munari, *Das coisas nascem coisas* (Lisboa: Edições 70, 1981) 12.

AMBULANZMOBILE



07 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Ambulanze Mobile, modelo Delfis.



08 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Ambulanze Mobile, modelo Tigris.



09 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Ambulanze Mobile, modelo Otaris.

SOMATI



10 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Somati.

Ambulanzmobile

Empresa líder de mercado germânico, é definida pela utilização de plásticos injetados. Este factor permite a criação de formas mais limpas que respondem às necessidades dos utilizadores. É de salientar também a organização espacial aplicada às ambulâncias, a disposição apresentada permite melhor circulação dos especialistas e rápido acesso a todo o equipamento disponível.

A já referida utilização de material polimérico para o fabrico do interior é também importante para a criação do sistema de iluminação, não em termos de performance mas sim para a incrementação do sistema no/a corpo/forma desenvolvido para o interior. A localização do sistema de iluminação (paralelo às extremidades da maca de transporte) permite através da utilização da reflexão natural do material da paredes e do ângulo de abertura da fonte de luz, o desempenho da função nas melhores condições.

No caso da necessidade de iluminação focalizada na maca de transporte, existe nos modelos Delfis e Tigis uma ou mais fontes de iluminação com fluxo luminoso de maior performance, fontes essas direcionadas para a parte superior ou para o meio da maca de transporte.

Para todos os modelos produzidos pela Ambulanzmobile existe uma entrada de luz natural o que, durante o dia, melhora significativamente a performance do sistema de iluminação desenvolvido.

SOMATI

A transformadora de automóveis Belga não possui um sistema de iluminação revolucionário, é apenas instrumento de pesquisa pelo facto de ser líder de mercado. O sistema utilizado distingue-se pela localização das lâmpadas fluorescentes mais afastadas do centro da ambulância e do auxílio de pontos de luz localizados nos vértices superiores da célula sanitária. Para uma iluminação de maior precisão e potência, é utilizado um módulo de iluminação central direcionado para zona superior do tronco do paciente.

GIFA



11 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Gifa.

EDM AMBULANZE



12 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela EDM Ambulanze.

ARICAR



13 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Aricar.

GIFA

A produtora francesa de ambulâncias, apesar de possuir mais de 30 modelos de ambulâncias das mais distintas marcas como Mercedes Benz, Renault, Peugeot, entre outras, utiliza a mesma estratégia para os sistemas de iluminação e arrumação para a construção do interior, independentemente das marcas ou modelos das ambulâncias.

São utilizados 6 pontos de luz localizados paralelamente à maca de transporte para criar uma iluminação geral da área de trabalho da ambulância e da zona de tratamento do paciente. Para uma iluminação mais focalizada no paciente é utilizado um ponto de luz com maior fluxo e intensidade luminosa. Este ponto de luz é aplicado para iluminar a zona superior do tronco do paciente.

EDM Ambulanze

A EDM Ambulanze possui um sistema de iluminação mais simplificado do que os acima apresentados visto ter apenas 4 pontos de luz para iluminar todo o interior da ambulância. Dois deles localizados numa extremidade da ambulância para iluminação do paciente (a maca não possui posição central como alguns exemplos descritos anteriormente), este sistema de iluminação focalizada utiliza lâmpadas de halogéneo.

Para a iluminação geral são utilizados dois pontos de iluminação centralizados no teto da célula sanitária em que possivelmente são utilizados módulos LED com abertura suficiente para iluminar todo o espaço necessário.

ARICAR

Empresa com produtos paralelos aos apresentados pela Ambulanzenobile, contudo de qualidade estrutural inferior. A diversidade dos tipos de arrumação disponível aumenta a área de utilização da célula sanitária, criando um ambiente repleto de superfícies boleadas e azuis. As formas do equipamento são totalmente novas no mercado de transportes ambulares como se pode verificar no módulo de iluminação.

POLAR SPECIAL CAR



14 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Polar Special Car.

ALESSI & BECAGLI



15 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Alessi & Becagli.

POLAR Special Car

Empresa transformadora de automóveis com a particularidade de também vender todo o tipo de equipamento necessário para equipar uma ambulância ou qualquer tipo de carro de emergência.

O sistema de iluminação é determinado pela quantidade de pontos de luz localizados ao longo da célula sanitária. Apesar de não existir informação sobre o tipo de lâmpadas utilizadas para a iluminação, pela forma e tendências detetadas na pesquisa, acredita-se que sejam lâmpadas fluorescentes.

A localização dos pontos de luz é um fator importante na iluminação do interior da ambulância da Polar Special Car, mas o material polimérico utilizado também tem grande influência na distribuição do fluxo luminoso. A iluminação é auxiliada por uma entrada de luz natural que focaliza a zona superior do paciente.

ALESSI & BECAGLI

Alessi & Becagli é uma empresa Italiana produtora de ambulâncias das diversas tipologias e de várias marcas. Implementou nas suas ambulâncias um sistema de iluminação simplificado, baseado em lâmpadas fluorescentes dispostas paralelamente à maca de transporte. Para uma iluminação focalizada é utilizado um ponto de luz com maior fluxo e intensidade luminosa, tal como nos modelos apresentados anteriormente.

A particularidade das ambulâncias da Alessi e Becagli é a utilização de polímeros e metais de alto brilho. Este fator potencia a iluminação do interior da ambulância através da reflexão proporcionada pelos materiais utilizados.

BOLLANTI



16 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Bollanti.

PROFILEVEHICLES



17 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Profilevehicles

BOLLANTI

Tem como característica, o facto do interior ser produzido através de rotomoldação, o que permite maior criatividade no desenvolvimento do desenho e mais opções de encaixe incorporados na peça.

Através das vantagens de produção surge um sistema de iluminação diferenciador de mercado com características únicas. O sistema de iluminação é definido por uma forma elíptica e possui várias fontes de iluminação distribuídas pelo sistema, podendo as fontes serem ativadas em separado, o que permite maior eficiência energética e focalização do fluxo luminoso.

PROFILEVEHICLES

Empresa sediada em Tallinn, Estónia, com um modelo de negócio focalizado no mercado interno e também na exportação para a Polónia e a Finlândia através do comércio de ambulâncias e equipamento médico.

O sistema de iluminação desta ambulância distingue-se pela utilização de módulos LED na lateral da célula sanitária, direcionados para a maca de transporte, originando uma iluminação focalizada em todo o corpo do paciente. A iluminação geral é, tal como na maioria dos casos, realizada através de lâmpadas fluorescentes dispostas paralelamente à maca de transporte e reforçada com alguns módulos LED semelhantes aos utilizados na lateral.

G.G.G. ELETTRMECCANICA



18 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela G.G.G. Elettromeccanica, modelo Princess - 50°.



19 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela G.G.G. Elettromeccanica, modelo Ambulanze Modular,

BINZ



20 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Binz.

G.G.G. ELETTRMECCANICA

Fundada em 1962, a Elettromeccanica inicialmente produzia transformadores elétricos. No entanto, a partir de 1976 alterou o seu modelo de negócio para a produção de veículos especiais e o seu equipamento. Atualmente a G.G.G. Elettromeccanica possui três divisões empresariais diferentes: veículos especiais, robótica, investigação e desenvolvimento.

Os sistemas de iluminação apresentados pela G.G.G. Elettromeccanica são definidos como objetos de análise devido à utilização de processos de fabrico de baixo custo. No modelo apresentado “Princess – 50^o”, o sistema de iluminação funciona como um módulo de iluminação diferenciado pela utilização de cor. A iluminação focalizada é proveniente de um sub-módulo de iluminação, incorporado no módulo de iluminação, com o fluxo luminoso direcionado para a parte superior do tronco do paciente.

O modelo “Ambulanz Modular” possui ao longo do tejadilho da célula sanitária o módulo de iluminação, também este diferenciado pela forte utilização de cores. Para além do sistema de iluminação obrigatório para as ambulâncias, neste modelo o espaço é também utilizado para arrumação e incorporação de um painel de controlo. O painel de controlo permite controlar a temperatura, a iluminação interior e exterior da ambulância, entre outros.

BINZ

Empresa Germânica com grande incidência no mercado mundial têm como principais mercados a América do Norte, Europa, Ásia e África, obteve, no ano de 2011, um volume de negócios de aproximadamente mil milhões de dólares com 40.000 veículos especializados, vendidos nos últimos 3 anos.

O sistema de iluminação desenvolvido pela Binz está localizado apenas no teto da célula de sanitária paralelamente à maca de transporte, com uma estrutura modular. Os módulos podem ser ativados independentemente, emitindo cores e fluxos luminosos distintos. A iluminação focalizada é realizada no teto com focalização na zona superior do paciente. Para todo o sistema de iluminação são possivelmente utilizados LEDs visto que há possibilidade de alternância da temperatura da cor no sistema de iluminação geral.

ANÁLISE DE MERCADO NACIONAL

Para o estudo de mercado nacional foram analisados os seguintes produtores de ambulâncias nacionais:

Auto Ribeiro, Iribus, Futurvida, Medimobil e Emergência 2000.

EMERGÊNCIA 2000



21 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Emergência 2000.

FUTURVIDA



22 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Futurvida.

EMERGÊNCIA 2000

No caso das ambulâncias da Emergência 2000 o sistema de iluminação é de extrema simplicidade. O painel polimérico termoformado que define o teto da célula sanitária possui um módulo de iluminação focalizada, direcionada para a parte superior do paciente. A iluminação geral e médica é realizada através da utilização de quatro módulos independentes localizados paralelamente com a maca de transporte. A iluminação é difundida ao longo da célula sanitária com o auxílio dos índices de reflexão dos materiais utilizados. No teto é ainda colocado um sistema de circulação de ar.

FUTURVIDA

Na ambulância apresentada pela Futurvida existe um módulo central de iluminação focalizada localizado no centro do teto da ambulância. O módulo central permite o controlo de algumas funções como o controlo da temperatura e o controlo da iluminação. A iluminação geral e médica é realizado através de seis módulos de iluminação presentes ao longo da célula sanitária.

MEDIMOBIL



23 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Medimobil.

IRIBUS



24 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Iribus.

AUTO RIBEIRO



25 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Auto Ribeiro.

MEDIMOBIL

No caso das ambulâncias apresentadas pela Medimobil o sistema de iluminação é muito semelhante ao apresentado pela Futurvida. A localização e algumas características como: número e localização dos pontos de luz para iluminação focalizada, o número e localização de módulos de iluminação geral, o sistema de refrigeração, o posto de controlo para todas funções referidas anteriormente. As maiores diferenças apresentadas nas ambulâncias dos produtores são a disposição do equipamento e a forma do módulo central de iluminação.

IRIBUS

No caso do sistema de iluminação apresentado pela Iribus, o módulo de iluminação superior possui suportes para soro, arrumação e sistema de controlo de temperatura. O módulo de iluminação é como uma simbiose entre as soluções apresentadas pela Futurvida e a Emergência 2000. Utiliza um modulo central bem definido pela sua forma, tal como na solução da Futurvida, no entanto a iluminação é realizada por módulos de iluminação contínuos tal como na solução apresentada pela Emergência 2000.

AUTO RIBEIRO

No caso das ambulâncias apresentadas pela Auto Ribeiro, o sistema de iluminação é diferenciador quando comparado com os seus concorrentes diretos para no panorama nacional. As fontes de luz utilizadas são dispostas perpendicularmente com a orientação da maca e distribuem-se ao longo da célula sanitária.

ANÁLISE MERCADO PARALELO

Para além da pesquisa exaustiva de produtores de ambulâncias e análise dos seus produtos/sistemas de iluminação, é necessário pesquisar e analisar também mercados paralelos, ou seja, mercados que possuam as mesmas necessidades com finalidades distintas. Para o trabalho de pesquisa de mercado concorrente é analisado o mercado médico-dentário e clínico-cirúrgico.

A pesquisa não tem o objetivo de conhecer detalhes técnicos tais como materiais e técnicas de produção, mas sim criar um mapa de pesquisa de formas de componentes de iluminação médica.

A análise deste tipo de mercado recai sobre os tipos de ajuste de forma/direção da luz e sistemas de interação entre utilizador e sistema de iluminação.

ANÁLISE MERCADO MÉDICO-DENTÁRIO

Para determinar os líderes de mercado mundial do material médico-dentário, foi entrevistado um especialista da área, mais especificamente um especialista da clinica dentária Viseu MD, em que os resultados foram os seguintes:

ANTHOS

O sistema de iluminação apresentado pela Anthos é considerado material para análise tendo em conta as soluções de ajuste de forma, a direção de luz e a regulação da intensidade luminosa. Do modelo apresentado são vendidas três variantes que se distinguem pela performance, o tipo de iluminação (intensidade mínima e máxima e temperatura da cor) e o número de ajustes.

O sistema de ajuste da intensidade luminosa é também matéria de análise, devido à sua tipologia e à facilidade de utilização, diretamente relacionada com a localização no componente.



26 Sistema de iluminação focalizada para mercado médico-dentário apresentada pela Anthos.

VITALI

A produtora de componentes médico-cirúrgicos italiana aparece na pesquisa não como um ícone em sistemas individuais, mas sim como uma workstation para a área clínica dentária.

É de salientar a facilidade com que o médico dentista, ao utilizar uma unidade de tratamento Vitali, consegue utilizar todas as ferramentas à distância de um braço, aumentando a performance e velocidade de trabalho. Para além de todas as melhorias relacionadas com o desempenho do especialistas, existe também um cuidado com a imagem criada em torno das unidades de tratamento, reduzindo o estigma associado a qualquer função médica.



27 Workstation para mercado médico-dentário apresentada pela Vitali

KAVO

Para o desenvolvimento desta central de tratamento “CENTRO: support system”, as necessidades utilizadas para o desenvolvimento são relacionadas com performance dos especialistas, sendo estas: o posicionamento dos componentes, instalação e personalização do espaço de trabalho consoante o especialista.

O produto desenvolvido tem como principais características: Fácil acessibilidade a todos os componentes utilizados; Ausência de cabos na área de trabalho; Configuração individualizada; Ergonomia de trabalho; Compatibilidade: facilmente configurável e extensível a novas tecnologias; Possibilidade de escolha de dimensões gerais e número de braços amovíveis.



28 CENTRO: support system vencedor de um red dot award de product design em 2004 pelas suas principais características.

ILUMINAÇÃO CIRÚRGICA

Philips Burton

Como modelo para observação é utilizada a líder de mercado norte americana, Burton Medical que em parceria com a Philips desenvolvem sistemas de iluminação hospitalar.

Os sistemas de iluminação cirúrgica são divididos em duas áreas semelhantes, exame e cirurgia, em que a grande diferença está no tipo de suporte e potências máximas e mínimas apresentadas pelos sistemas.

Examinação



29 AIM-200 OR



32 AIM LED



31 AIM-100

Cirurgia



30 APEX



33 AIM-100 Surgery Light



34 Outpatient® II Surgery Light

SÍNTESE ANÁLISE DE MERCADO

A análise do mercado permite constatar que os sistemas de iluminação para o interior das ambulâncias estagnaram e que não houve inovação. A falta de implementação de novas técnicas construtivas prejudica a performance por parte do especialista.

Para uma iluminação geral são utilizados majoritariamente módulos de iluminação alimentados por lâmpadas fluorescentes com índice de eficiência energética baixa, o que aumenta o consumo energético, afastando-se das tendências de iluminação em termos de eficiência energética e luminosa. Esteticamente esta solução também não é a mais adequada, visto que a implementação deste tipo de módulos individuais inseridos no topo da célula sanitária dificulta a harmonia de formas.

A iluminação específica é na maior parte dos casos determinada por módulos LED. Estes módulos de pequenas dimensões possuem uma eficiência energética muito superior às fluorescentes como é constatado na Tabela 03.

A localização do sistema de iluminação específica, majoritariamente localizada paralelamente à zona superior da maca de transporte, é predefinida devido à falta de possibilidade de ajuste da direção de luz.

Porém, existem alguns fatores inovadores no padrão do desenvolvimento de sistemas de iluminação:

- a utilização de luz natural através de uma claraboia é cada vez mais comum como auxílio para a iluminação. Esta solução não tem apenas vantagens funcionais, tem também efeitos sobre o paciente enquanto está a ser tratado. A possibilidade do paciente visualizar o céu e a natureza numa situação de urgência, pode trazer-lhe a sensação de calma e abstração da realidade, permitindo aos especialistas operar de forma mais correta e objetiva;

- os sistemas de iluminação contínua, como é exemplo a Aricar, contradizem a tendência de mercado na utilização de lâmpadas fluorescentes. A iluminação contínua tem como propriedade a homogeneização da luz ao longo da ambulância, o que pode resultar numa melhor performance dos especialistas caso não existam zonas escuras ou com necessidade de luz.

Neste caso é vantajoso, em vez das clássicas lâmpadas fluorescentes utilizadas durante décadas, o paciente perceber que o espaço onde vai ser tratado é dotado de uma mais recente tecnologia. A confiança nas tecnologias e especialistas pode resultar num estado de espírito mais calmo, facilitando o trabalho.

SÍNTESE ANÁLISE DE MERCADO PARALELO

A análise realizada permite constatar através das imagens exibidas anteriormente que os sistemas de iluminação cirúrgico, tanto os de exame como os de cirurgia, possuem os mesmos mecanismos e ajustes de forma, cor e fixação, consoante as necessidades. São, inclusive, utilizadas as mesmas “carcaças” poliméricas para sistemas com finalidades diferentes. A diferença verifica-se no desempenho dos diferentes sistemas internos: intensidade luminosa, fluxo luminoso, entre outros.

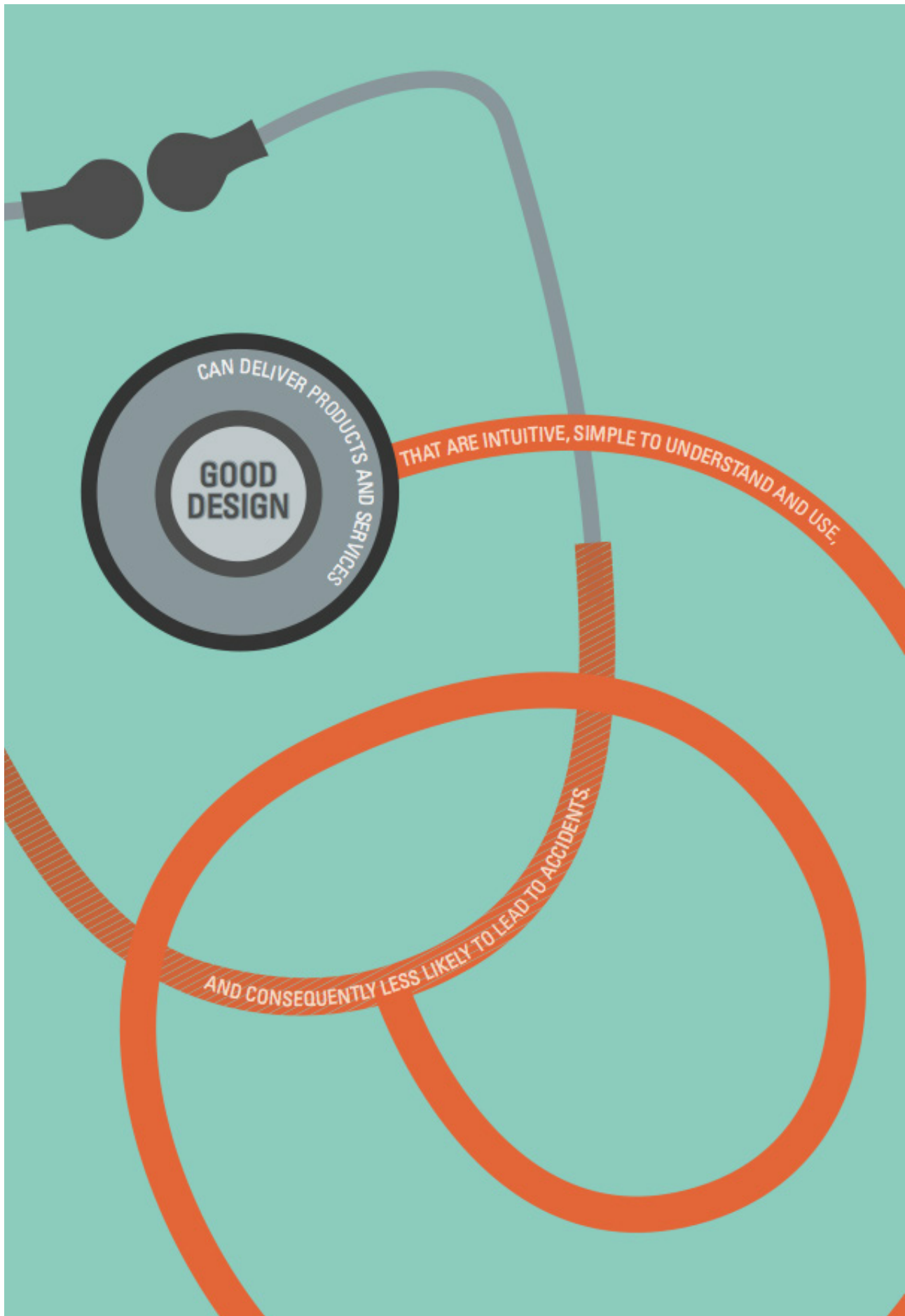
O ajuste de forma dos sistemas de iluminação observados é multi-axial, possível através da utilização de vários braços articulados, sendo que cada braço possui um eixo de rotação próprio. O ajuste de forma executa-se através da utilização do sistema de interação (pega localizada no centro de todos os sistemas de iluminação). O utilizador pode desta forma ajustar a direção da luz ao longo dos eixos disponíveis.

A localização do sistema de interação é essencial para o bom funcionamento do ajuste de forma/direção da luz, sendo que o sistema de interação é concêntrico com o fluxo luminoso projetado, o que facilita a percepção da direção da iluminação por parte do especialista.

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

03

CASOS DE EXCELÊNCIA



35 Excerto caso de estudo analisado - Good Design can deliver products and services that are intuitive, simple to understand and use, and consequently less likely do lead to accidents.

DESIGN FOR PATIENT SAFETY

País

Reino Unido, Londres

Palavras chave

Diretrizes para modernização, equipamentos médicos, indústria farmacêutica, design industrial.

Tema

Investigação de Design

Data de publicação

08 OCT 2003

Parceiros

Departamento de saúde e Design Council

CONTEXTO

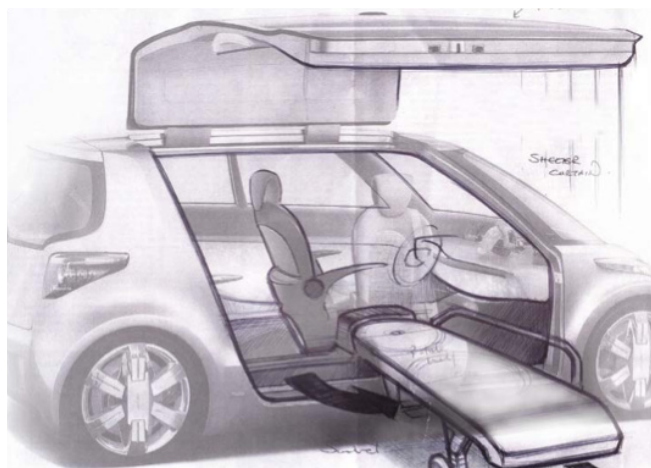
Em 2000, a investigação realizada por um grupo de especialistas em torno dos incidentes ocorridos no NHS (National Health Service – Serviço Nacional de Saúde britânico) resultou na publicação do artigo “An Organisation with a Memory”, aclamado por todos. Este artigo continha propostas estratégicas para que os erros ocorridos no NHS pudessem ser resolvidos. A proposta foi ouvida pelo governo que fundou a National Patient Safety Agency para dar continuidade às estratégias apresentadas. O Design For Patient Safety é uma iniciativa que utiliza o design para responder a algumas lacunas estatisticamente presentes no sistema.

Descrição

Este artigo descreve uma metodologia baseada em parcerias onde o design é uma ferramenta fulcral para a identificação das necessidades e dos requisitos até então não identificados. Todo o processo de pesquisa é focalizado na segurança do paciente e do médico especialista da NHS. O artigo termina com a apresentação de 8 projetos preliminares resultantes da investigação realizada.

Benefícios

Este artigo tem a preocupação de desenvolver conhecimentos de sistemas e processos que fundamentam as decisões do Design, para que estas sejam eficientemente implementadas no serviço nacional de saúde e na sua indústria.



36 Grupo de imagens de alguns conceitos realizado no âmbito do caso de estudo - HEALTHCARE ON THE MOVE treating patients in the community: the smart pods project

HEALTHCARE ON THE MOVE TREATING PATIENTS IN THE COMMUNITY: THE SMART PODS PROJECT

País

Reino Unido, Londres

Palavras chave

Design de veículos, Ergonomia serviço médico, Ambulâncias do futuro

Tema

Tratamento de pacientes numa comunidade – perspetiva futurista

Data de publicação

2009

Parceiros,

Royal College of Art, University of the West of England, University of Bath, University of Plymouth, Loughborough University.

Contexto

Este estudo é baseado em especificações definidas para projetos de standardização de ambulâncias e consiste na investigação de cenários sociais, clínicos e práticos, num prisma futurista.

Descrição

O projeto é financiado pelo Conselho de Pesquisa em Ciências da Engenharia e Física (EPSRC) e tem como objetivo projetar e desenvolver um sistema multinível de componentes que permitam a ligação entre a comunidade e a prestação de cuidados médicos. O projeto baseia-se na união dos seguintes conceitos:

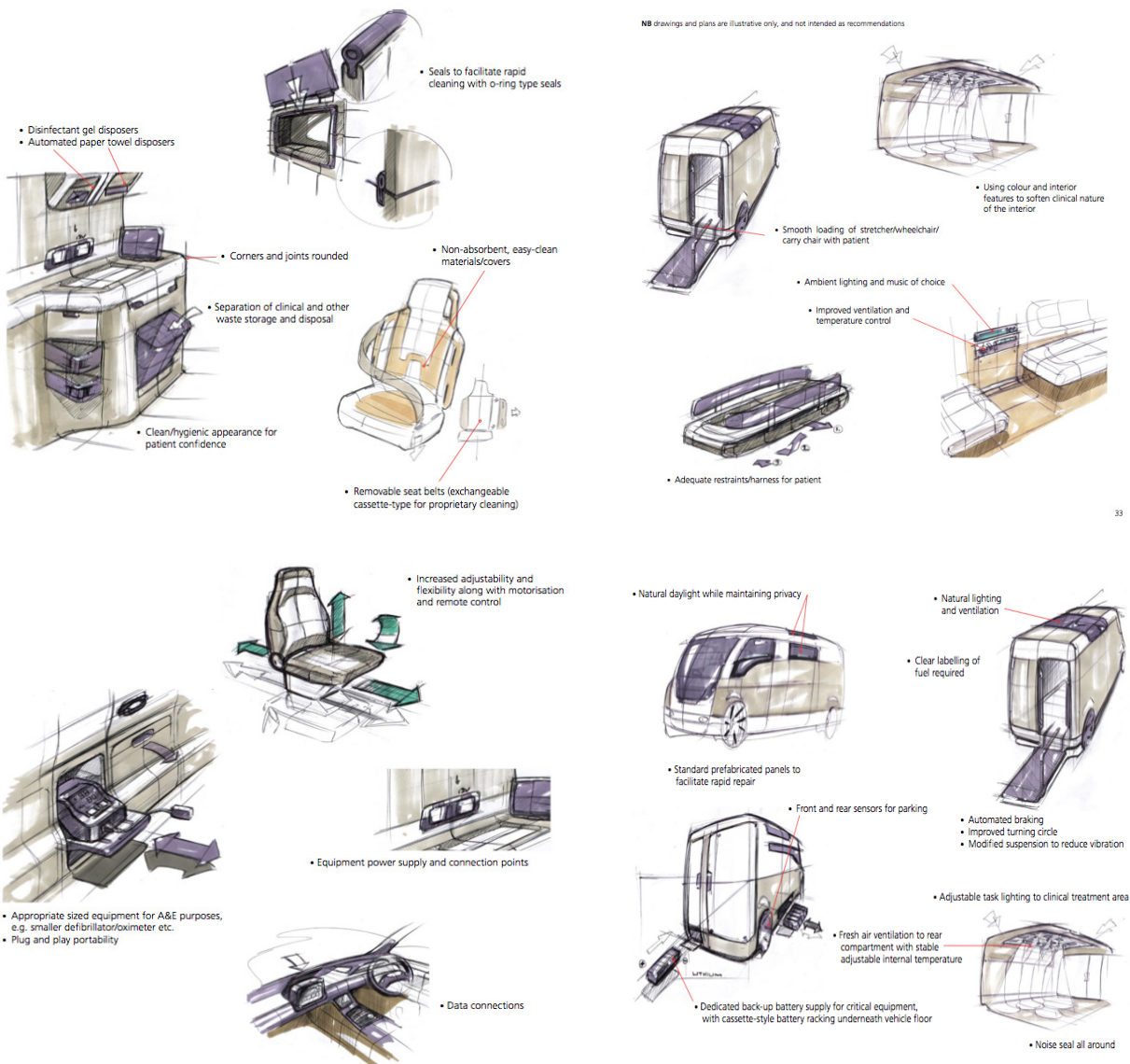
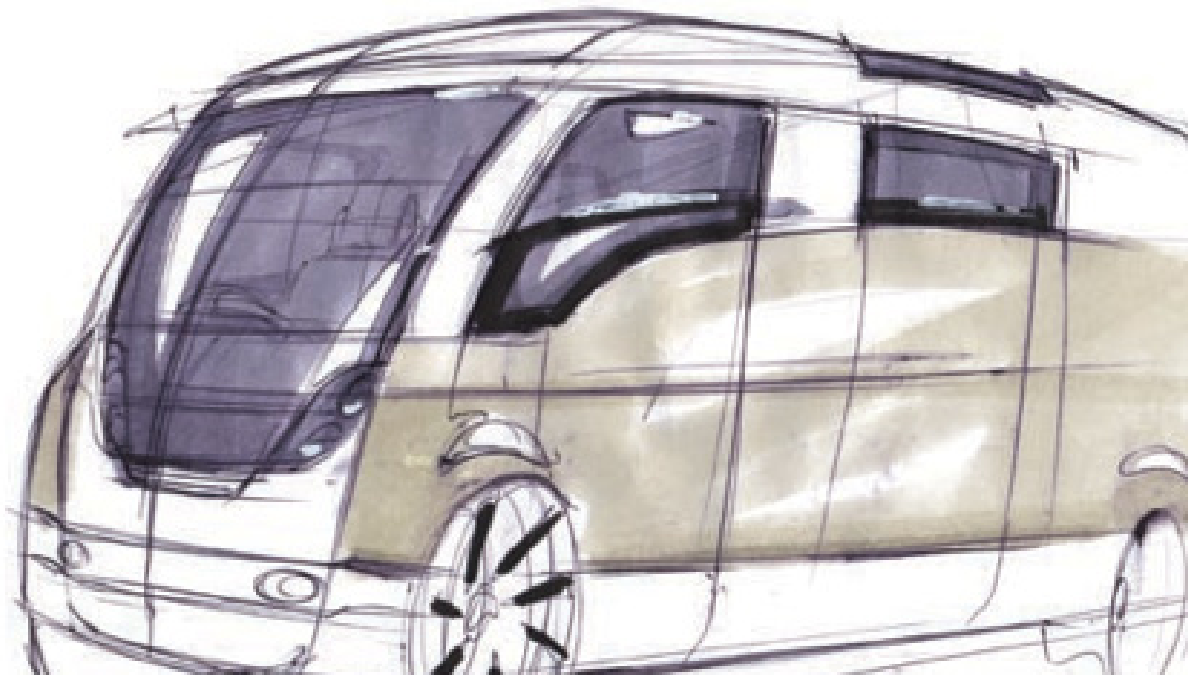
- definição de um layout destinado ao tratamento médico onde o atendimento de urgência médica possa ser executado;
- definição de sacos e equipamento médico consumíveis para tratamento, para que possam ser enviados para áreas de tratamento médico ou outras;
- definição de veículo conceptual que torne os tópicos acima referidos totalmente móveis dentro de uma comunidade.

Esta plataforma de prestação de serviços médicos tem a capacidade de reinventar todo o processo de tratamento de pacientes aquando da utilização das ambulâncias, através da diferenciação entre serviço de emergência e feridos leves.

Benefícios

A implementação do projeto é de total benefício social. O estudo identifica cinco grupos que beneficiam diretamente com a sua implementação:

os pacientes que não necessitam de ser transportados para um Centro Hospitalar; o NHS, pela utilização da tecnologia; o público em geral pelo facto de não ter que se deslocar de casa; os especialistas pela da possibilidade de utilizar novas tecnologias melhorando a sua performance individual; os produtores de ambulâncias e do equipamento médico necessário.



DESIGN FOR PATIENT SAFETY FUTURE AMBULANCES

País

Reino Unido, Londres

Palavras chave

Design industrial, Segurança de pacientes, Redesenho ambulâncias, Estigma

Tema

Definição de *guidelines* projetuais para a produção de ambulâncias.

Data de publicação

Janeiro 2007

Parceiros

Hellen Hamlyn Research Centre – Royal College of Art; The Ambulance Service Association (ASA); Healthcare Ergonomics and Patient Safety Research Unit - University of Loughborough; National Patient Safety Agency (NPSA)

CONTEXTO

Projeto desenvolvido através da parceria entre o NPSA e o Hellen Hamlyn Research Center. O relatório tem como objetivo reportar ao NHS todas as conclusões e decisões tomadas ao longo do projeto com o objetivo de serem difundidas para todos os produtores de ambulâncias nacionais.

Descrição

A investigação pretende analisar como é que a segurança dos pacientes e tripulantes das ambulâncias pode ser melhorada através da concepção dos veículos e equipamentos.

Benefícios

O projeto sugere critérios de segurança para a sua inserção nos quadros nacionais (Reino Unido) de ambulâncias – conduzindo no processo de aquisição de veículos a uma abordagem estandardizada. E também divulga a todos os produtores de ambulâncias e organismos pertinentes, através do NHS, as discussões realizadas e decisões tomadas

RELAÇÕES COM O PROJETO

O primeiro caso apresentado, Design for Patient Safety serviu essencialmente como fator introdutório num ambiente de desenvolvimento de produto e inserção do pensamento de design no ambiente médico hospitalar.

O Design for Patient Safety é um projeto que entra em contacto com o máximo de áreas necessárias para que seja possível um desenvolvimento coeso e fundamentado. Esta situação, só é possível pela valorização exemplar do processo e da disciplina de Design. Dada a quantidade de necessidades identificadas para o presente projeto de dissertação, o artigo Design for Patient Safety serviu essencialmente como base de inspiração para a abordagem metodológica.

O segundo caso de estudo, HEALTHCARE ON THE MOVE treating patients in the community: the smart pods project, é considerado como uma referência para qualquer projeto de desenvolvimento de produto relacionado com a saúde e o tratamento médico hospitalar. Nele, são abordadas áreas diretamente relacionadas com o presente projeto de dissertação, nomeadamente o desenvolvimento de um veículo conceptual e a definição de um *layout* para tratamento médico. A análise ao projeto permitiu perceber tendências futuras para a área de saúde ambular, assim como, o comportamento social e as necessidades sociais. A importância de uma abordagem multidisciplinar é fundamental para a obtenção de questões e resultados realistas prontos a serem solucionados e posteriormente implementados.

Por último, DESIGN FOR PATIENT SAFETY Future ambulances, é o mais se aproxima mais do presente projeto de dissertação. O DESIGN FOR PATIENT SAFETY apresenta nove *design challenges* nos quais a standardização pode ser alicerçada, beneficiando sempre todos os *stakeholders* envolventes. E também sugere especificações/*guidelines* para cada um dos nove *design challenges*. O desenvolvimento das propostas é fundamentado em testemunhos de stakeholders. Como é que a segurança de pacientes e especialistas pode ser melhorado através de um melhor processo de design dos veículos? Esta é a grande questão apresentada pelo artigo, cuja resposta é a standardização.

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

04

DESENVOLVIMENTO E APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

DEFINIÇÃO DO MODELO E VOLUMETRIA

Para que o desenvolvimento seja coeso e sem falhas dimensionais, é necessário definir o modelo e recolher informação referente às medidas do furgão sujeito à implementação do sistema de iluminação.

Devido à forte presença no mercado Europeu e Nacional da Mercedes Benz – Sprinter Medium High Roof, decidiu-se optar pelo modelo mais utilizado nos mercados. Através da informação métrica, fornecida pelo produtor no endereço virtual, o sistema de iluminação pode ser desenvolvido sem margem de erro dimensional.

Foi também analisado o manual “Diretivas para carroçaria furgões”, fornecido pelo fabricante Mercedes Benz, do modelo de furgão selecionado para o desenvolvimento do sistema de iluminação.

A análise do documento permite conhecer as zonas onde é possível realizar operações mecânicas para alteração da carroçaria original sem alterar as propriedades mecânicas do veículo, e ainda apresenta soluções caso seja necessário realizar operações alternativas mantendo as propriedades mecânicas da carroçaria.



38 Mercedes Benz – Sprinter Medium High Roof

TIPOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Após uma análise minuciosa do mercado concorrente e paralelo, de modo a definir o produto em termos de desenvolvimento existe a necessidade de especificar a sua natureza, limitando futuras ações projetuais.

O tipo de desenvolvimento eleito para o produto classifica-se como uma simbiose entre um produto:

de melhoramentos incrementais, com adição de algumas capacidades aos produtos já existentes, procurando manter a competitividade do produto;

da derivação de produtos já existentes, estes projetos prolongam a existência de uma plataforma para melhor satisfazer o mercado.

A recolha de necessidades para o projeto é realizada através da análise de casos de excelência, de testemunhos informais de especialistas, da observação direta e também através do estudo do mercado europeu de ambulâncias. As necessidades do projeto foram posteriormente tratadas e transformadas em requisitos obrigatórios do produto.

Contudo, existem requisitos projetuais estipulados à partida:

o baixo custo de produção que influencia a escolha de materiais, os processos de fabrico e a instalação rápida.

a utilização de tecnologia LED que reduz o peso, o consumo de energia, a necessidade de manutenção e melhora a performance.

OBSERVAÇÃO DIRETA

As fotografias, que a seguir se exibem, foram recolhidas durante o estágio curricular realizado na Auto Ribeiro. Apesar do brief ser diferente entre o projeto realizado no estágio curricular e o presente projeto, existem requisitos comuns a ambos que devem ser tidos em conta. Os requisitos apresentados são utilizados essencialmente para o desenvolvimento de conceitos.



39 Utilizar raios mínimos



40 Eliminar contacto entre paciente e material médico-hospitalar.



41 Garantir a arrumação superior



42 Reduzir o peso total da ambulância.



43 Libertar acessos, facilitando mobilidade e utilização.



44 Melhorar estética e funcionalmente o sistema de iluminação.



45 Melhorar área de circulação

ÁRVORE DAS NECESSIDADES

Após a recolha de necessidades alvo dos utilizadores, estas foram transformadas em requisitos de modo a que fosse possível uma organização mais coesa e objetiva. Para tal foi necessário proceder à realização de uma Árvore das necessidades, permitindo a organização hierárquica em três níveis: primário, secundário e terciário.

DIAGRAMA DE MUDGE

Através da utilização do Diagrama de Mudge determina-se a hierarquia das necessidades por análise comparativa.

Idealmente, a análise é realizada através do ponto de vista do cliente, de modo a que seja possível perceber quais as necessidades mais importantes para o desenvolvimento e para o sucesso do produto junto dos seus *stakeholders*. Contudo, neste caso, sendo o produto desenvolvido para dois mercados alvo (*stakeholders* (utilizadores e produtores)) distintos, existem necessidades direcionadas para cada um deles, apesar de algumas delas poderem ser comuns para esta análise comparativa.

Assim sendo, são realizados dois diagramas de Mudge de modo a que as necessidades estejam hierarquizadas para cada um dos mercados intervenientes no projeto.

MODELO DE KANO

Com a hierarquização das necessidades foi possível agrupar as necessidades de acordo com o modelo de Kano. Ou seja, foi possível perceber quais as que acrescentam valor ao produto, quais as que o cliente considera normais num produto deste género e quais as que os *stakeholders* não esperam, mas que o podem surpreender.

EXITED	PERFORMANCE
Facil manutenção Direção de luz é ajustável Utiliza luz natural	Cria iluminação ambiente Luminosidade é ajustável User friendly Fácil manusear Atrai utilizadores
	BASIC
	Mantem integridade física Cumpre normas aplicadas ao sector É duradouro Consome pouca energia Baixo custo de produção/instalação É resistente Fideliza utilizadores/compradores

Tabela 06 Modelo de Kano realizado para o projeto.

Basic – Consideradas normais nesta gama de produtos.

Performance – Acrescentam valor ao produto.

Exited – Requisitos inesperados com possibilidade de surpreender o cliente.

MATRIZ DE QUALIDADE (QFD)

Para o desenvolvimento do projeto é essencial a utilização de uma Matriz da Qualidade (QFD), para que as necessidades identificadas possam ser transformadas em requisitos. A utilização do QFD permite uma hierarquização por relação interna dos requisitos de modo a orientar o projeto, permitindo a avaliação e a priorização de requisitos e características técnicas.

Os requisitos são posteriormente utilizados para criar uma análise relativa entre o produto desenvolvido com o mercado concorrente.

ANÁLISE MATRIZ DE QUALIDADE

Após a conclusão dos dados recolhidos anteriormente na comparação dos requisitos com as respectivas métricas e do posicionamento estratégico da concorrência, estamos em condições de fazer uma avaliação de quais os fatores em que se deve ter mais atenção.

Através da análise da matriz da qualidade é possível, de um modo geral, perceber quais os requisitos mais importantes para o produto, tendo em conta o ponto de vista de ambos os stakeholders:

Utiliza luz natural, Direção da luz é ajustável, Consome pouca energia, Fácil manutenção, Cumpre normas aplicadas ao setor, Fideliza compradores/utilizadores.

É possível também analisar de que modo é que os requisitos dados como “os mais importantes” pelos *stakeholders* podem ser diferenciadores no mercado quando comparados com os concorrentes diretos. Estes são os atributos que têm de ser dados como garantidos para o desenvolvimento do produto de modo a que a competitividade no mercado e a satisfação de utilizador/comprador sejam garantidas.

Para além da importância dos requisitos obtida através da QFD, existem requisitos que são definidos como vitais para o desenvolvimento do projeto, tais como a utilização de tecnologia LED, o baixo custo de instalação e a utilização de luz natural. Deste modo, é garantida a diferenciação entre o mercado concorrente.

DEFINIÇÃO CONCORRÊNCIA ALVO

Para que o desenvolvimento seja coeso e sem falhas dimensionais, é necessário definir o modelo e recolher informação referente às medidas do furgão sujeito à implementação do sistema de iluminação. Da pesquisa de mercado europeu realizada, foram seleccionados apenas três modelos de ambulâncias. Estes modelos foram seleccionados por se conseguirem destacar da restante amostra pela utilização de sistemas de iluminação inovadores e ainda pela utilização de sistemas de iluminação natural. Deste modo, a análise competitiva entre o produto desenvolvido e os concorrentes é mais coerente.

Modelo	Ambulanze mobile DELFI S	Ambulanze mobile TIGIS	Arricar
Atrai utilizadores	9	9	9
Utiliza luz natural	3	3	-
Direção de luz é ajustável	-	-	-
Luminosidade é ajustável	9	9	9
Cria iluminação ambiente	9	-	-
Consome pouca energia	-	-	3
Facil manutenção	3	1	9
Fácil manusear	-	-	-
User friendly	3	3	3
Mantem integridade física	9	9	9
É resistente	-	-	-
É duradouro	-	-	-
Baixo custo de produção/instalação	-	-	-
Cumpr normas aplicadas ao sector	9	9	9
Fideliza utilizadores/compradores	-	-	-
TOTAL	54	43	51

Tabela 07 Definição concorrentes directos através de classificação com requisitos



46 Ambulanze Mobile, modelo Delfis



47 Ambulanze mobile, modelo Tigris



48 Ambulância Arricar

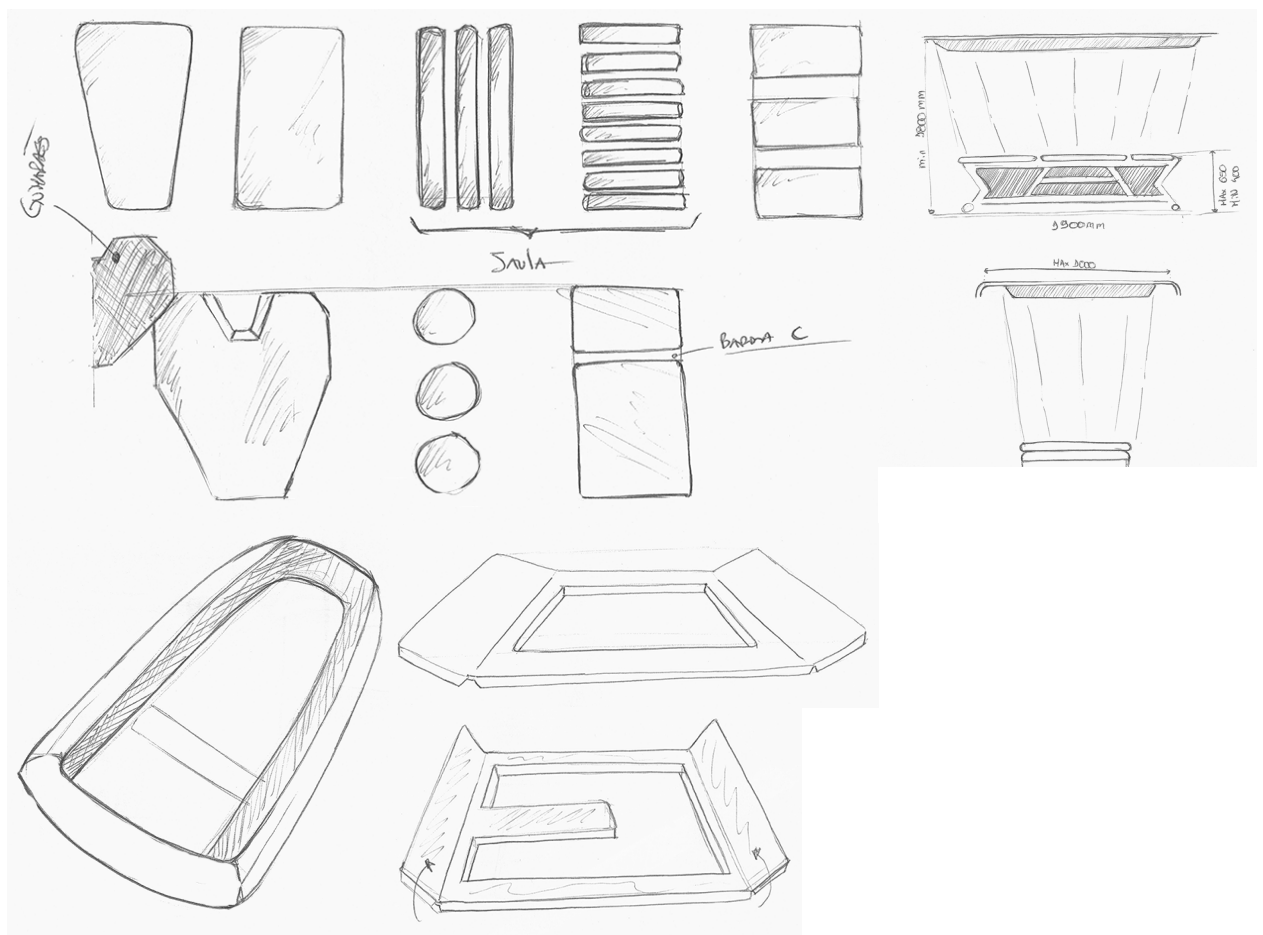
DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS

De forma a encontrar as melhores soluções para o produto final, realizou-se uma decomposição do produto em quatro áreas distintas com o intuito de serem desenvolvidos conceitos específicos para cada uma das áreas. Esta estratégia permite que os conceitos não se influenciem internamente, salvo exceções definidas previamente, tal como a forma do sistema de iluminação natural, que de algum modo define a forma geral do sistema de iluminação. O gráfico seguinte permite identificar as quatro áreas de desenvolvimento atrás mencionadas.



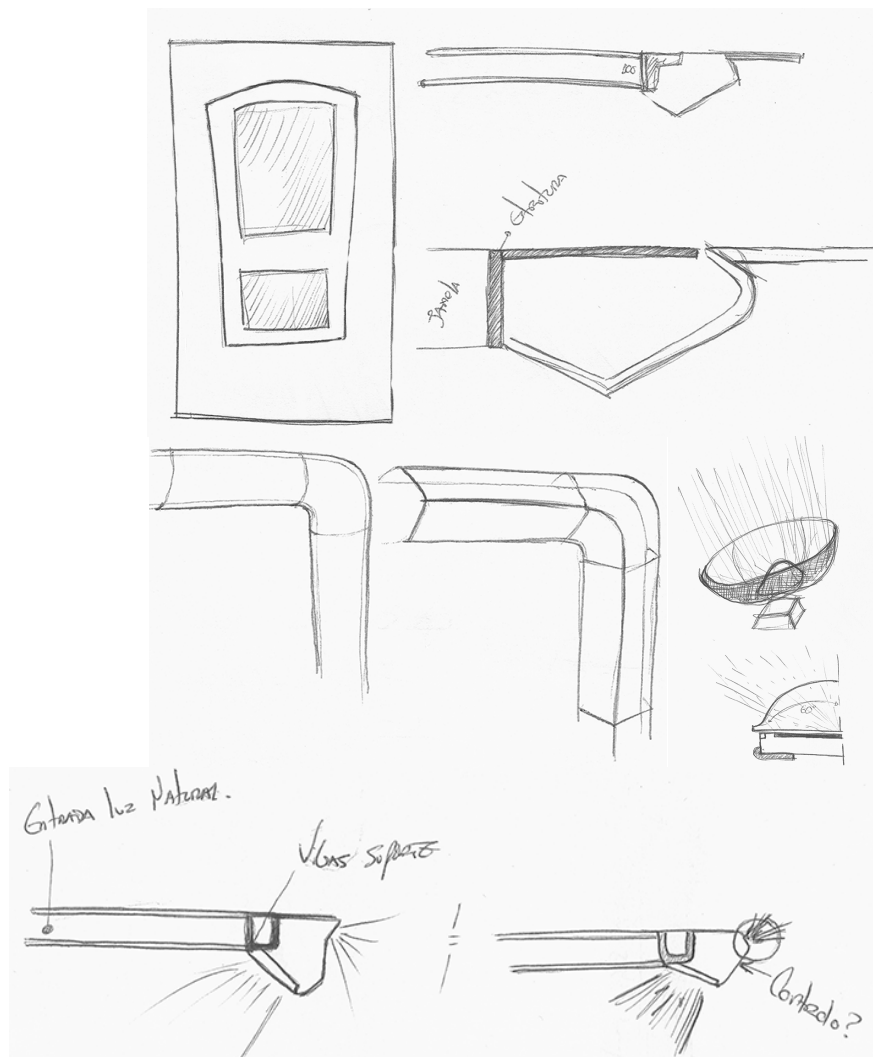
49 Gráfico de autoria própria representativo das áreas e sub áreas para o desenvolvimento de conceitos.

O desenvolvimento de conceitos teve como fase inicial a definição da forma da entrada de luz natural proveniente do teto. A definição inicial da forma da entrada de luz natural permite que o desenho do sistema de iluminação seja feito em torno desta definição, tornando o conceito mais coeso e sem falhas projetuais. No entanto, existiam restrições para o desenho provenientes das diretivas impostas pela marca do modelo de carrinha selecionada para o desenvolvimento.



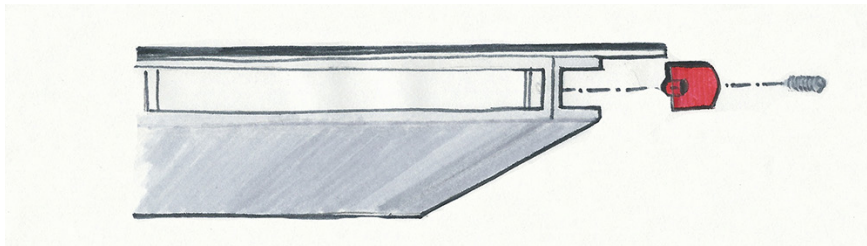
50 Conjunto de conceitos desenvolvidos para conceptualização da entrada de luz natural e módulo de iluminação médica central.

Na seguinte fase o desafio era criar um perfil que circundasse todo o corte idealizado para a entrada de luz natural. O perfil tinha de ter a capacidade de iluminar em dois sentidos distintos com fluxos luminosos diferentes. O conhecimento da industria transformadora automóvel, como é o caso da Auto Ribeiro, permitiu orientar o desenho do perfil. Este foi projetado para poder ser produzido através de termoformação. Esta especificidade obrigou a que o desenho não tivesse formas intrincadas e a possuir ângulos de saída para o molde.



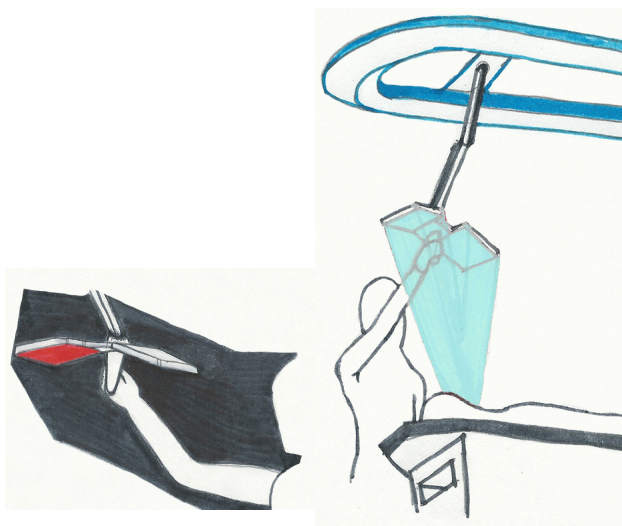
51 Estudo de possíveis perfis para modulo de iluminação e estudo de localização de pontos emissores de fluxo luminoso.

Com o perfil e a forma do corte para a entrada de luz selecionada foi necessário conceptualizar processos de manutenção necessários para o sistema de iluminação, bem como o desenvolvimento do sistema de iluminação focalizada.

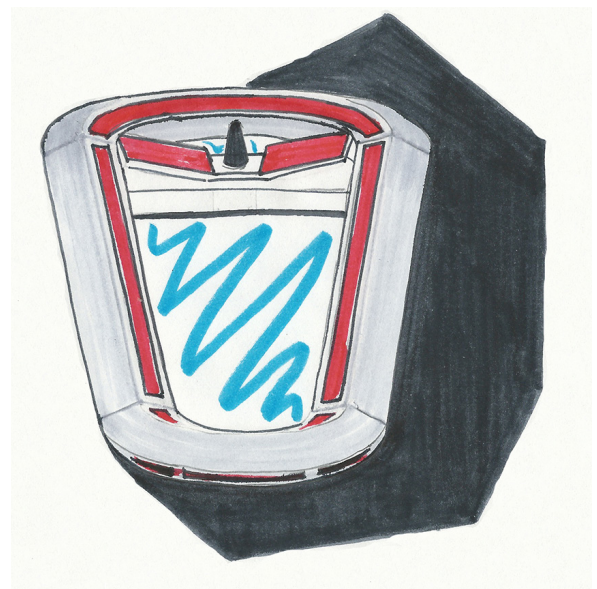


52 Conceptualização do método de substituição de componentes.

Através do estudo de mercado paralelo foi possível perceber quais as principais características para o desenvolvimento de um sistema de iluminação focalizado. O desafio para o desenho deste componente é a sua inserção visual no conceito geral desenvolvido. A localização do sistema de iluminação focalizada é definida pelas restrições que definem o desenho da entrada de luz natural.

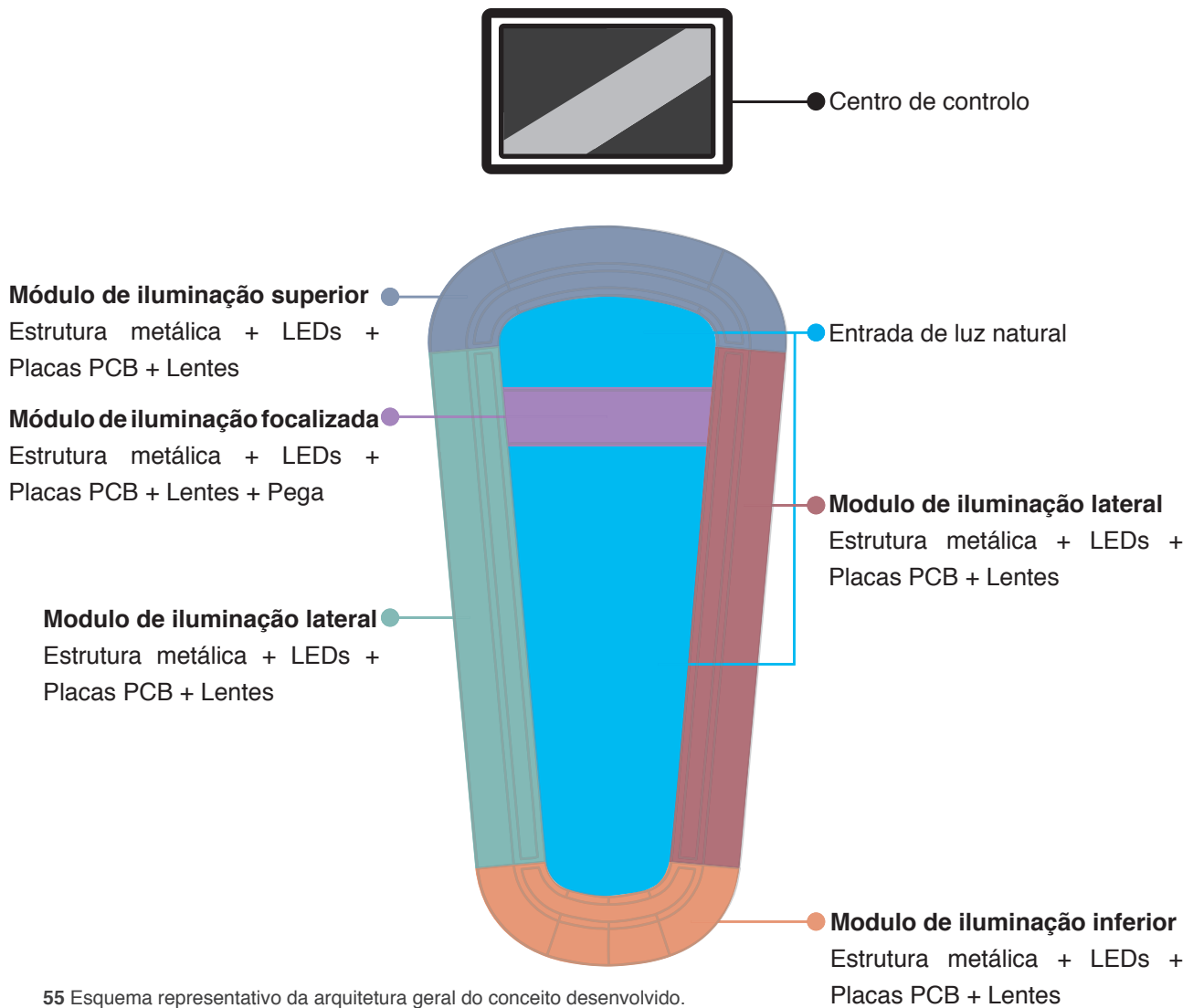


53 Conceptualização do sistema de iluminação focalizada.



54 Conceito realizado para módulo de iluminação médica central.

ARQUITETURA DO PRODUTO



Após a definição do modelo foi elaborada uma análise baseada em cinco fatores que permitem perceber o impacto da solução desenvolvida no mercado.

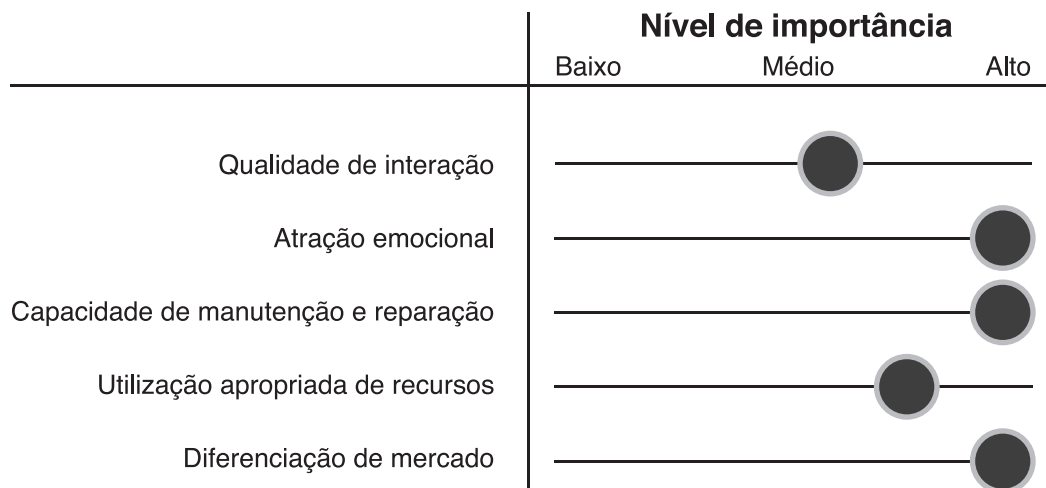


Tabela 08 Classificação do produto desenvolvido relativamente a 5 fatores de sucesso.

Relativamente à qualidade de interação o produto é desenvolvido com intuito de ser de fácil manuseamento. Através da utilização de um braço mecânico com seis eixos de rotação as funções são facilitadas. A interação com o sistema de controlo de funções luminosas e térmicas é realizada através do acesso a um monitor que funciona como um centro de controlo.

Relativamente à atração emocional o sistema de iluminação torna-se atrativo pela diferenciação de formas e de soluções que apresenta. Este fator é considerado decisivo para o sucesso do produto no mercado.

Relativamente à capacidade de manutenção e reparação a utilização de tecnologia LED afere ao produto uma classificação alta sendo que o tempo de vida desta tecnologia é superior ao apresentado pelo mercado. No entanto, todo o sistema de iluminação foi desenvolvido para que o acesso ao interior para efeitos de manutenção ou substituição de componentes, fosse possível de ser realizado por qualquer utilizador.

Relativamente à utilização apropriada de recursos, a classificação é dada pela escolha de processos de fabrico, escolha de materiais e escolha componentes necessários. Neste aspecto o produto é exímio e utiliza para todos os elementos tecnologias de processamento de baixo custo e elementos standard para a montagem.

Relativamente à diferenciação de mercado, o produto distingue-se pela forma, tecnologia e soluções apresentadas. A utilização de uma área de iluminação desta dimensão não é única, mas é diferenciadora quando relacionada com uma entrada de luz natural com as dimensões apresentadas. A utilização de um braço mecânico para iluminação focalizada é também factor de diferenciação perante o mercado.

SUGESTÃO DE APRESENTAÇÃO



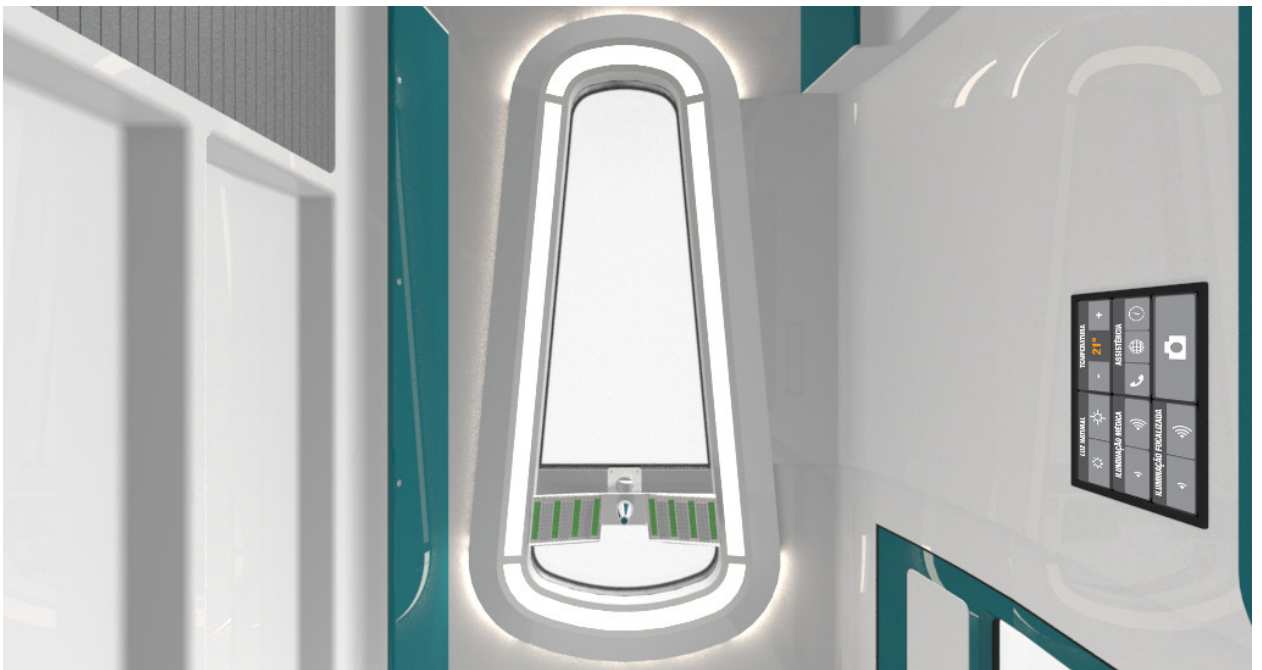
56 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)



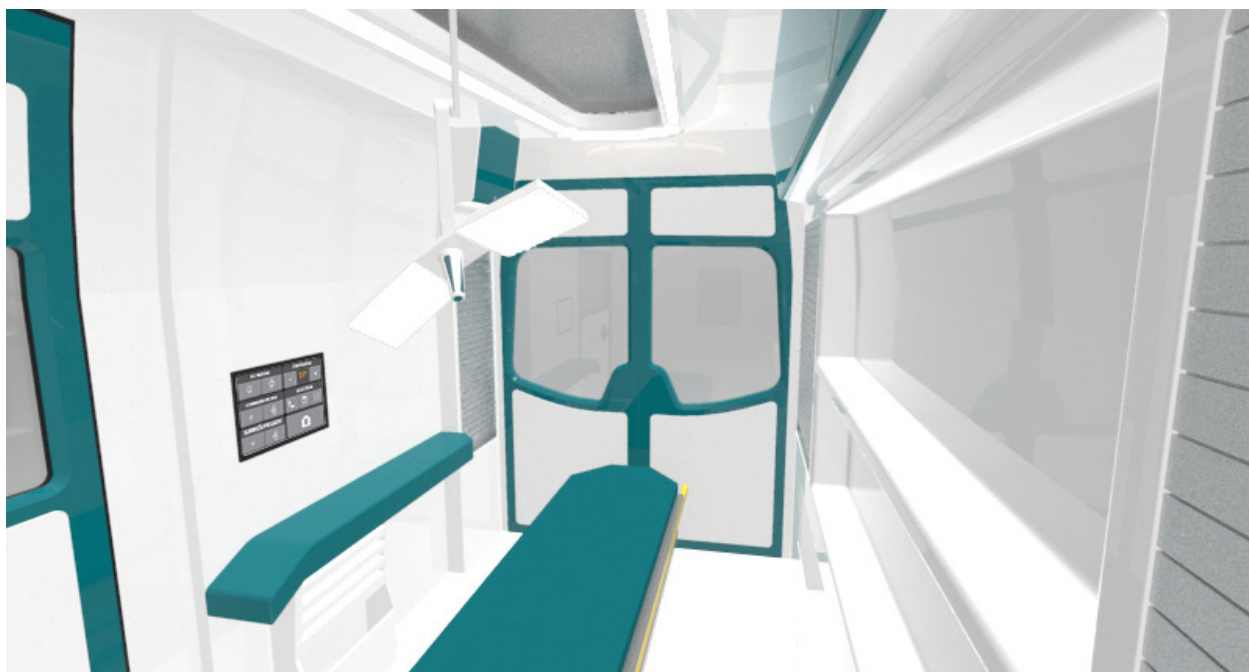
57 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)



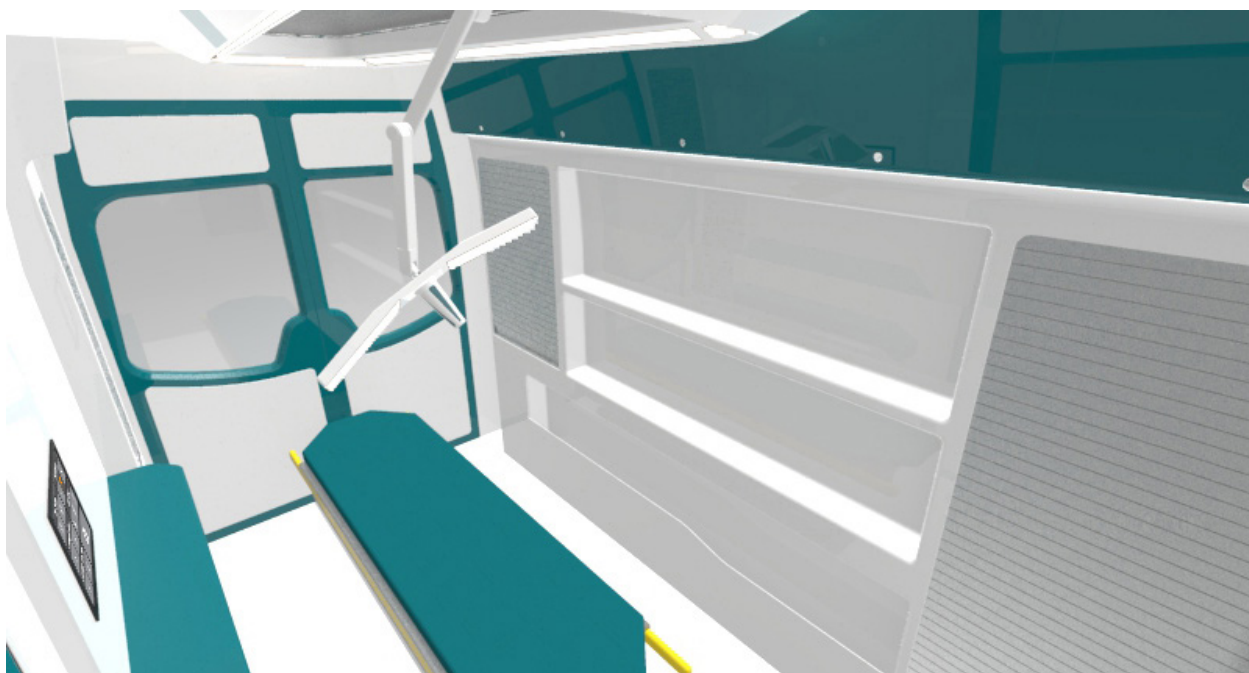
58 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)



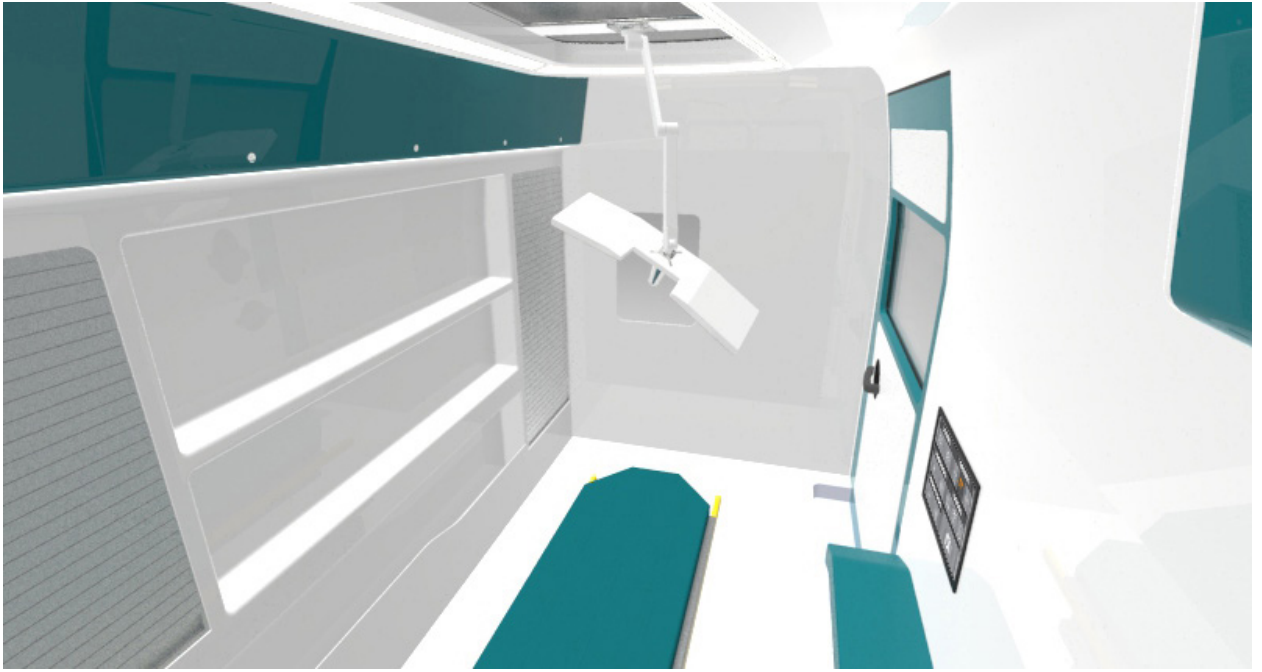
59 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)



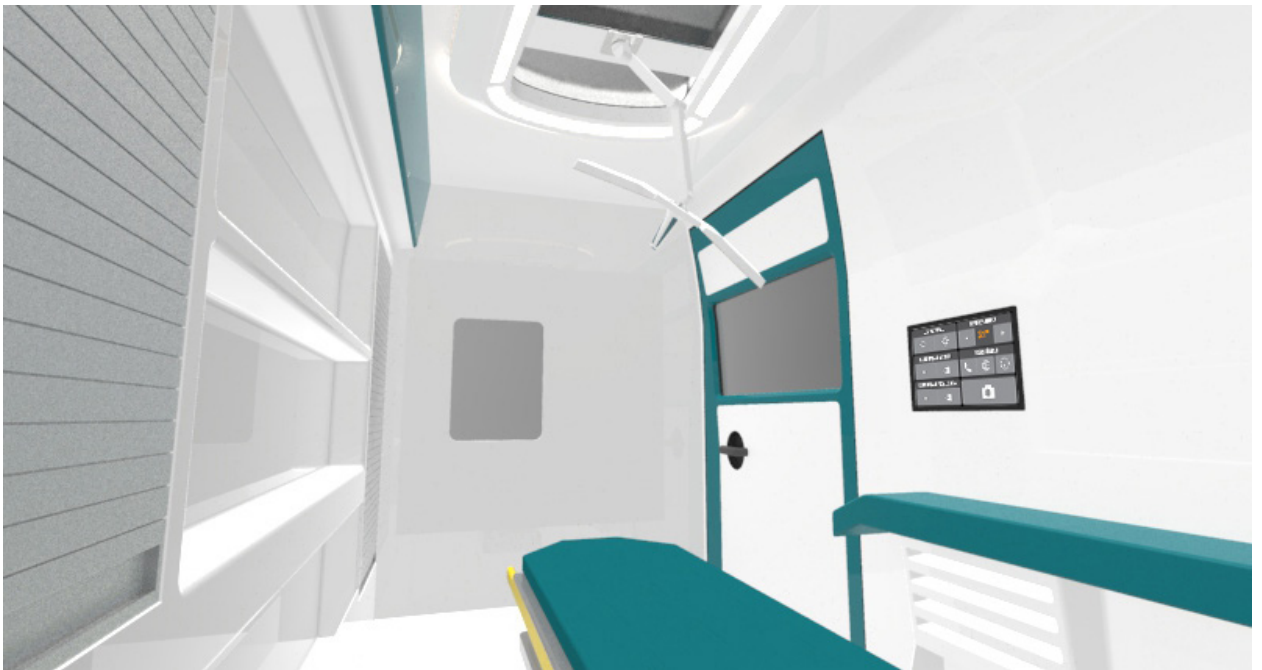
60 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)



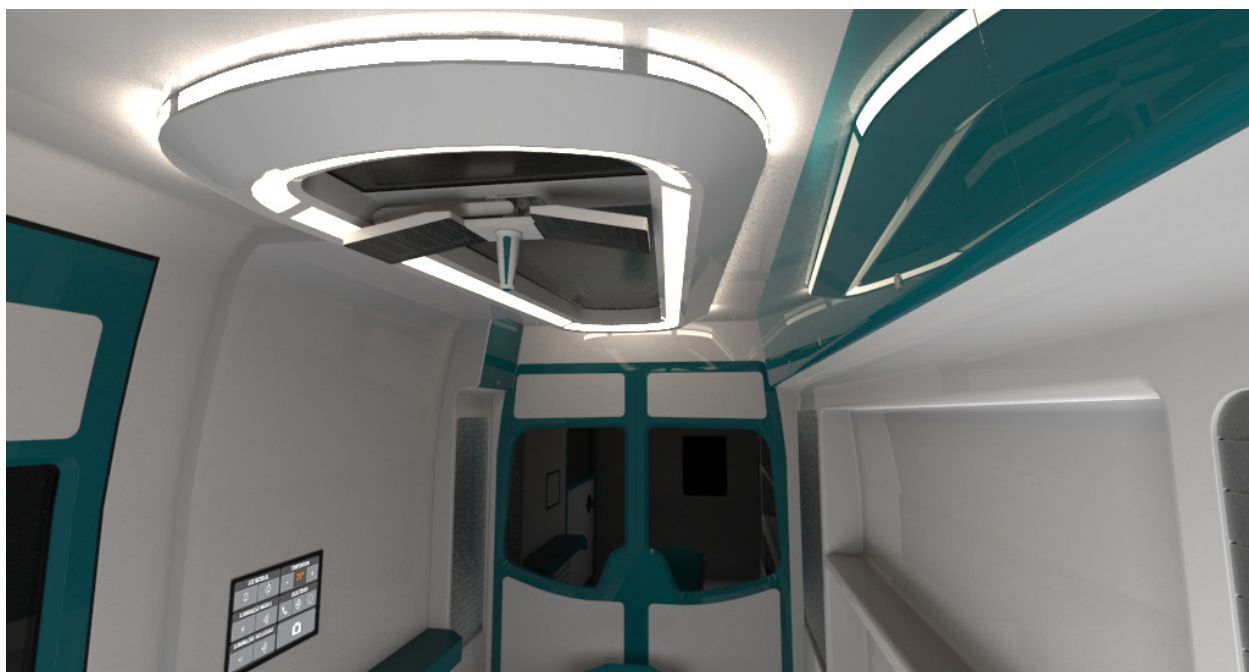
61 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)



62 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)



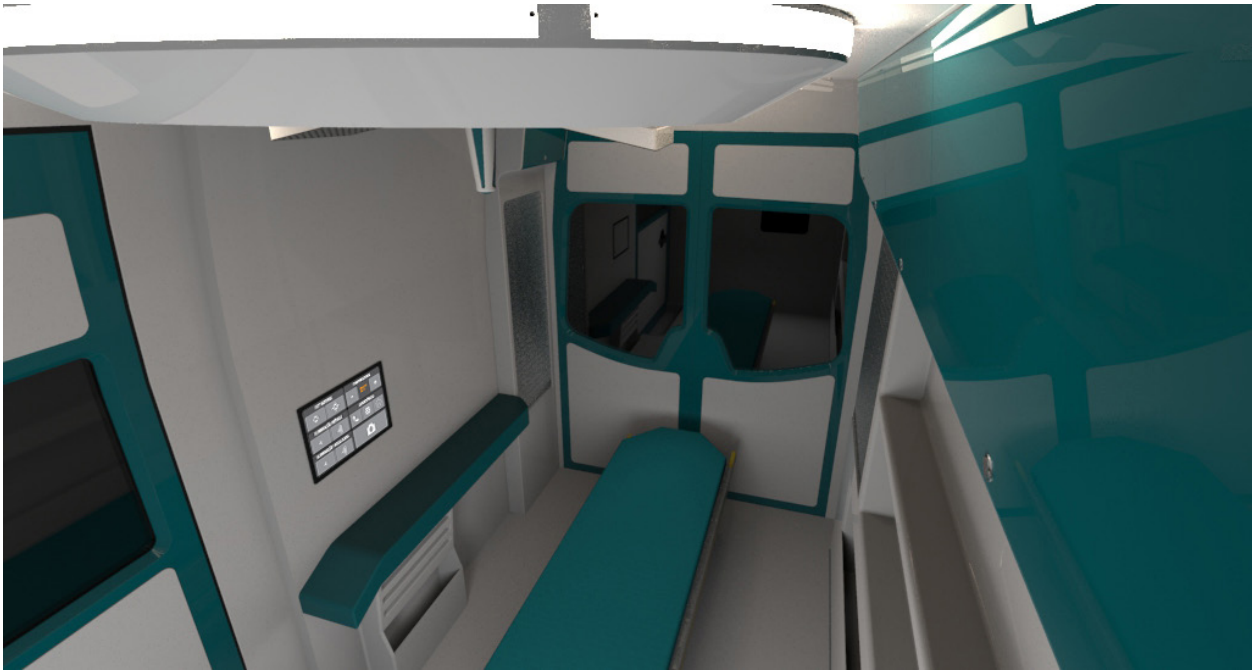
63 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)



64 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação Noturna. (Gregório Rodrigues, 2013)



65 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação Noturna. (Gregório Rodrigues, 2013)



66 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação Noturna. (Gregório Rodrigues, 2013)

ANÁLISE DO CONCEITO FINAL

Para a sugestão de apresentação achou-se necessário demonstrar a eficiência do sistema de iluminação desenvolvido, para isso são apresentados fotorrealismos do interior da ambulância simulando uma situação diurna com luz natural e outra situação em que não existe emissão de luz do exterior simulado a luminosidade noturna. Os fotorrealismos desenvolvidos servem como simulação para o sistema de iluminação, isto porque as zonas de emissão de foco luminoso possuem os valores reais projetados para sistema de iluminação em Lux, numa situação económica (menor potencia para todos os sistemas). Existiu durante o processo de conceptualização a vontade de que o produto desenvolvido exprimisse para o especialista um sentimento de esforço em centrar o processo de desenvolvimento do produto nos seus interesses.

O grande desafio para o desenvolvimento do conceito foi conjugar e simplificar de um modo refinado todos os requisitos obrigatórios recolhidos ao longo do processo de desenvolvimento do produto e transforma-los numa forma simples, limpa e com evidente diferenciação de mercado.

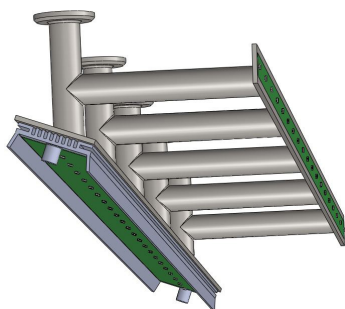
Na fase de conceptualização da forma do conceito foi definido como essencial eliminar todos os elementos distrativos de um sistema de iluminação comum, dando assim origem a um produto onde a sua beleza está na clareza da expressão forma/função. Esta simplicidade advém da necessidade de facilitar a aprendizagem por parte do especialista ao mesmo tempo que reduz o estigma associado a produtos médicos acalmando o paciente.

DFX DESIGN FOR MANUFACTURING + ASSEMBLY

Nesta fase pretende-se expor os processos industriais de produção e a montagem entre elementos.

MÓDULO DE ILUMINAÇÃO LATERAL

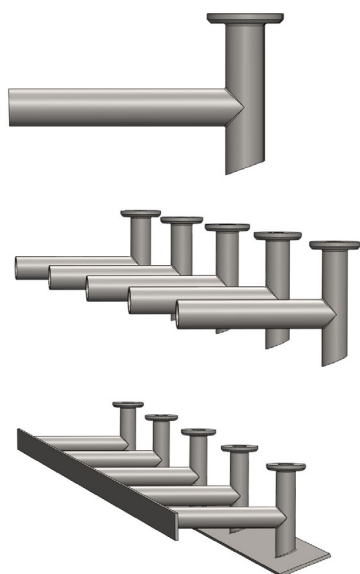
O tubo é cortado numa das extremidades com um ângulo de 20°, enquanto a outra extremidade é soldada – Soldadura por resistência por pontos.



67 Vista geral módulo de iluminação lateral

“Calor é produzido através da resistência eléctrica existente entre dois membros que vão ser soldados. Muito utilizada na indústria automóvel.”

Martinho de Oliveira, *Tecnologias e Processos de Fabrico*, (Universidade de Aveiro, 2007) 49.



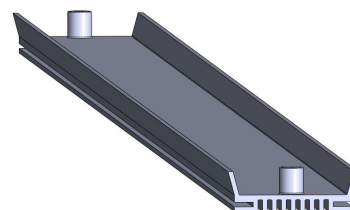
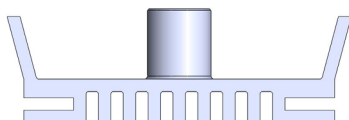
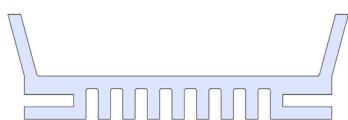
68 Sequência de montagem de estrutura tubular do módulo de iluminação lateral.

É soldado na estrutura tubular um anel de maior área superficial que permite a fixação da estrutura aos painéis blindados da carrinha. Esta fixação pode ocorrer através de soldadura ou utilização de parafusos.

De seguida, um segundo perfil tubular com um ângulo de 90° é soldado à estrutura tubular acima referida, para que seja possível criar duas fontes de luz através de uma estrutura em “T”.

Para concluir a estrutura tubular são soldadas chapas de 3mm de espessura ao longo de 5 estruturas tubulares. (Imagem 68)

O dissipador de temperatura é um perfil de espessura constante extrudido em alumínio, com posterior soldadura de perfil tubular roscado no interior para fixação de lentes. É necessário tratamento superficial e térmico do dissipador de modo a melhorar a performance. Para terminar, é aplicada a folha PCB e são aplicados os leds ao longo da estrutura.



69 Fases de processamento do dissipador do módulo de iluminação lateral + vista geral.

MÓDULOS DE ILUMINAÇÃO SUPERIOR E INFERIOR

Devido à arquitetura do conceito desenvolvido, os módulos de iluminação superior e de iluminação inferior são produzidos através das mesmas tecnologias e assembled pela mesma ordem. Esta opção é possível pela proximidade de formas e pelas dimensões dos dois elementos.

Partindo de um sistema de fixação igual ao referido anteriormente, o módulo de iluminação superior é também composto por uma estrutura tubular soldada em “T”, onde as dimensões são ligeiramente díspares, relativamente ao módulo central.

Após a estampagem de chapas com 3mm de espessura,

Estampagem

“Processo usado para conformar, regra geral a frio, pelas com formas côncavas a partir de chapas planas.”

Martinho de Oliveira, *Tecnologias e Processos de Fabrico*, (Universidade de Aveiro, 2007) 82.

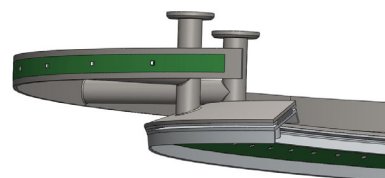
estas são soldadas com o mesmo critério utilizado no módulo central, obtendo-se assim a estrutura de sustentação do módulo de iluminação superior. (imagem 71)

O dissipador para o módulo de iluminação superior é produzido através de moldação em areia seca – auto secativa.

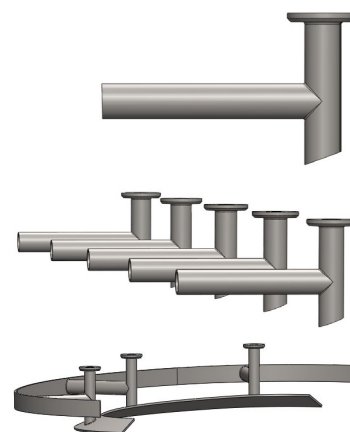
“Neste tipo de molde utilizam-se materiais ligantes (orgânicos e inorgânicos). O molde é consolidado a temperaturas entre 150 e 300°. É um processo indicado quando é necessário: Maior resistência face à erosão provocada pelo material líquido; Maior resistência a pressões hidrostáticas; Maior estabilidade dimensional; Maior resistência à penetração do metal; Maior permeabilidade; Bom acabamento das peças.

Este processo permite modelação de peças de grandes dimensões e geometrias complexas.”

Martinho de Oliveira, *Tecnologias e Processos de Fabrico*, (Universidade de Aveiro, 2007) 17.



70 Vista geral módulo de iluminação superior.

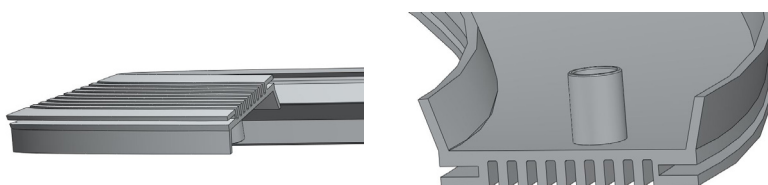


71 Sequência de montagem de estrutura tubular do módulo de iluminação superior.

Existe ainda um processo de acabamento a realizar, torneamento retilíneo - cilíndrico elemento tubular que permite a fixação da lente.

“Torneamento é um processo tecnológico utilizado no fabrico de produtos através de alteração de forma por remoção de material através de ação de uma ferramenta de corte.”

Martinho de Oliveira, *Tecnologias e Processos de Fabrico*, (Universidade de Aveiro, 2007) 105.



72 Vistas de detalhes do dissipador do módulo de iluminação superior

O dissipador é fixo à estrutura de suporte tal como no módulo de iluminação superior, onde a seguir são aplicadas as placas PCB e finalmente se aplicam todos os elementos de iluminação (LEDs). A união entre dissipadores e estrutura metálica de suporte é realizada através da utilização de colas especiais para a união entre metais ou, caso seja necessário, utilizam-se rebites para garantir a estabilidade e posicionamento dos dois componentes.

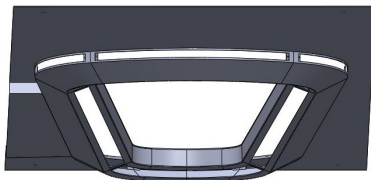
CARNAGEM

O componente é produzido através de termoformação ou, termo-enformação, pré-tensionada de modo a minimizar o efeito de espessuras não uniformes, especialmente nas arestas.

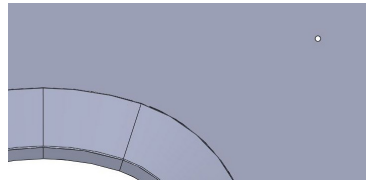
“Termoformação ou termo-enformação é um conjunto de técnicas que possibilitam a obtenção de produtos de geometria simples a partir de folhas previamente aquecidas até à temperatura de amolecimento, geralmente por aplicação de ar comprimido ou vácuo, sendo estas enformadas através da utilização de um molde. A principal desvantagem deste método é que só é formada com precisão um dos lados da peça, precisamente aquele que contacta com o molde.

Martinho de Oliveira, *Materiais e Tecnologias*, (Universidade de Aveiro, 2007) 27.

Após a termoformação concluída, é necessário elaborar algumas operações manuais para que a peça possua todas as especificações desejadas. São realizados cortes nas superfícies para que seja possível a passagem de luz proveniente de todas as estruturas internas.



74 Vista detalhada: cortes para emissão de fluxo luminoso.



75 Vista detalhada: zona de furação para fixação.

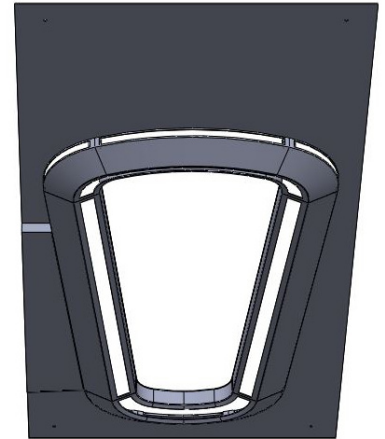
No entanto, é necessário aumentar a espessura em determinadas zonas estratégicas para melhorar a resistência mecânica do componente e permitir a fixação de lentes de difusão de fluxo luminoso. Este processo consiste na utilização de excessos de matéria-prima oriundos da termoformação e no aumento da área de secção de 3 para 8 mm – Soldadura por ar quente.

“Neste processo, as peças são aquecidas por um jacto de ar quente e soldadas pela aplicação de uma pressão durante um intervalo de tempo, com ou sem introdução de material de adição.

Vantagens: flexível, custo equipamento baixo, linhas de junta de design simples, ideal para pequenas soldaduras.

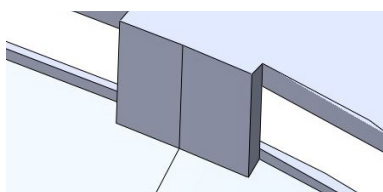
Desvantagens: processo lento, qualidade da soldadura dependente do operador, possibilidade de degradação do polímero.”

Martinho de Oliveira, *Tecnologias e Processos de Fabrico*, (Universidade de Aveiro, 2007) 134.



73 Vista geral carnagem para sistema de iluminação.

Os excessos são utilizados como vareta de soldadura, aquecidos através da utilização de uma pistola que funde a ponta da vareta. À medida que a solda amolece, esta é depositada nas juntas preenchendo-as totalmente e unindo os dois elementos. O aumento de espessura permite a criação de um furo roscado para fixação das lentes através da utilização de parafusos.



76 Vista detalhada: zona de aumento de secção.



77 Vista detalhada: zona de furação e aumento de secção.

FIXAÇÃO CARNAGEM

Devido às suas dimensões e à pouca necessidade de ser removido para manutenção dos sistemas internos, a carnagem total tem como sistema de fixação: A utilização de 4 parafusos; um perfil de silicone/borracha para a união com a entrada de luz natural, selando as juntas; Por fim perfis polimérico que unem os painéis superiores aos painéis laterais nas ambulâncias.

MÓDULO DE ILUMINAÇÃO FOCALIZADA

O módulo de iluminação do braço mecânico é constituído por 7 peças elementares:

TAMPA DE FIXAÇÃO PEGA

Situada no final de todo o sistema de iluminação, tem como função estabelecer a posição da pega por ser roscada na estrutura metálica. Este componente é produzido em plástico rígido para que o sistema de roscagem funcione.

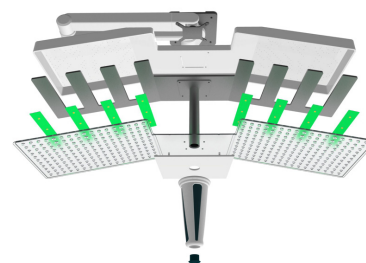
PEGA EM SILICONE

A pega poderá ser adquirida num produtor local com as restrições de dimensões e de materiais para que corresponda a todos os requisitos de um produto de serviço médico.

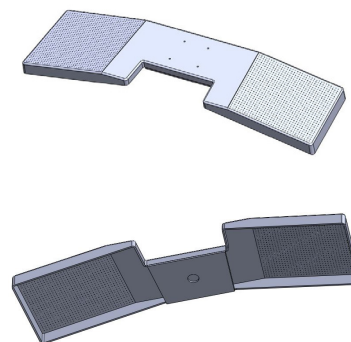
A pega é fixa através das próprias reacções de fricção entre silicone e metal e pela utilização da tampa roscada na extremidade inferior.

CARNAGEM ENVOLVENTE DO SISTEMA

É constituída por 2 peças, uma de maior dimensões que envolve todo o sistema de iluminação e uma tampa que tem como principal função fixar componentes. Ambas as peças são produzidas por injeção de polímeros devido à utilização de micro furação na superfície superior do componente de maior dimensão. O sistema de fixação entre os dois componentes é realizado através de elementos “snap-fit”, reduzindo o número total de elementos do sistema de iluminação focalizada. A carnaagem de maior dimensão possui 4 orifícios onde encaixam os pinos de fixação presentes na carnaagem de menores dimensões, esta última possui os 4 pinos “snap-fit” para assegurar o posicionamento da lente e dos restantes elementos internos.



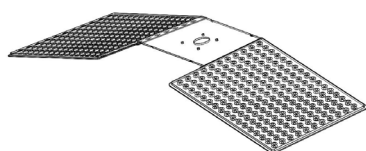
78 Perspetiva explodida sistema de iluminação focalizada.



79 Vistas gerais carnaagem do sistema de iluminação focalizada.

LENTE

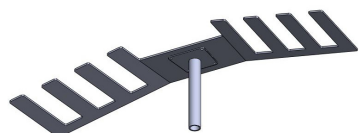
Tem como objectivo difundir toda a luminosidade pela sua superfície ao mesmo tempo que focaliza todo o fluxo para uma área menor. Produzida através de injeção de polímero, mais especificamente policarbonato por todas as suas características mecânicas e visuais, que potenciam a luminosidade quando bem projectadas. Este elemento tem 5 furos no centro, um deles permite a passagem do braço onde é fixa a pega em silicone, enquanto os restantes 4 servem para fixação entre esta e a carnação de menores dimensões através de elementos “snap-fit”.



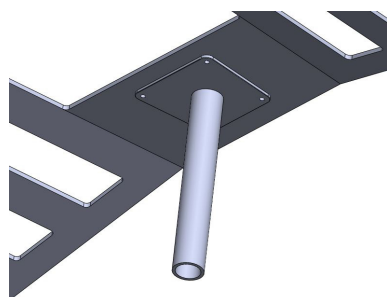
80 Lente iluminação focalizada.

ESTRUTURA METÁLICA

Tem como principais funções dissipar temperatura criada pelos LEDs, e unir todos os componentes num módulo só; é a peça chave de todo este sistema de iluminação. Produzido através de da união de duas peças, sendo uma delas, uma chapa de alumínio estampada para obter o corte e inclinação desejada, e a braço mecânico com base de maior espessura de modo a que todos os componentes estejam em contacto, criando maior estabilidade interna. Estes dois elementos após serem produzidos separadamente, são soldados, criando uma peça única de maior resistência mecânica e estrutural para todo o sistema de iluminação focalizada.



81 Vista geral estrutura metálica - sistema de iluminação focalizada.



82 Vista detalhada estrutura metálica - sistema de iluminação focalizada.

PLACAS PCB + LEDS

São os mesmos componentes utilizados ao longo de todo o projeto, com o mesmo sistema de montagem e fixação.

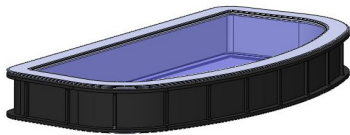
Braço mecânico, nestes componentes apenas é representado um elemento do braço mecânico por este ser essencial para a fixação interna do sistema de iluminação. Através da utilização de parafusos auto-fixantes que unem a estrutura metálica, carnação superior e braço mecânico.

ENTRADA DE LUZ NATURAL

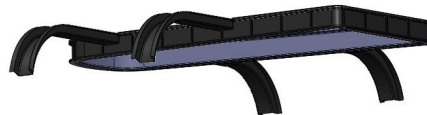
Para a entrada de luz natural, é recortado o tejadilho da viatura sem que seja danificado o arco de sustentação central. A alteração foi realizada de acordo com “Directivas para carrocerias e furgões Sprinter – modelo 906” da Mercedes-Benz. A realização de cortes nos arcos de sustentação apenas era possível se estes fossem mecanicamente substituídos por uma estrutura circundante presente no documento. A solução apresentada não elimina os arcos de sustentação na totalidade, assim sendo foi desenvolvida uma estrutura para cada uma das estruturas que é posteriormente soldada aos arcos de sustentação presentes no furgão.



83 Vista geral corte no tejadilho.



84 Vista geral da estrutura metálica desenhada para entrada de luz natural. Imagem representa estrutura para entrada de luz natural menor.



85 Vista geral da estrutura metálica desenhada para entrada de luz natural. Imagem representa estrutura para entrada de luz natural maior.

SELEÇÃO DE MATERIAIS

Devido ao número elevado de leds utilizados e a toda a energia térmica que estes vão produzir, é necessário conhecer conceitos de condutividade térmica. Desde modo, a seleção do material é especificada antes do desenvolvimento do conceito. Esta opção permite prédefinir os processos de fabrico possíveis para o material selecionado.

Condutividade térmica

A condutividade térmica consiste na grandeza física que define a capacidade de condução térmica dos materiais. As estruturas que utilizam materiais dotados de alta condutividade térmica, conduzem energia térmica de um modo mais rápido e eficiente, sendo estes materiais maioritariamente utilizados para a criação de dissipadores de temperatura. Enquanto que os materiais de baixa condutividade térmica são maioritariamente utilizados em isolamentos térmicos.

Para distinguir os materiais dotados de alta condutividade de energia térmica dos de baixa condutividade, a grandeza utilizada no sistema internacional (SI) é Watt por metro e por Kelvin ($W/(mk)$).

TIPOS DE DISSIPADORES



86 Exemplo dissipador passivo.



87 Exemplo dissipador ativo.

Estes dispositivos distinguem-se entre duas especificações: passivos e activos.

Os dissipadores passivos (imagem 86) são um tipo de dissipador que através da sua composição material e da forma não baixam a temperatura do emissor, mas têm a capacidade de dissipá-la através da forma. Estes são normalmente utilizados em hardware de baixa emissão de energia térmica.

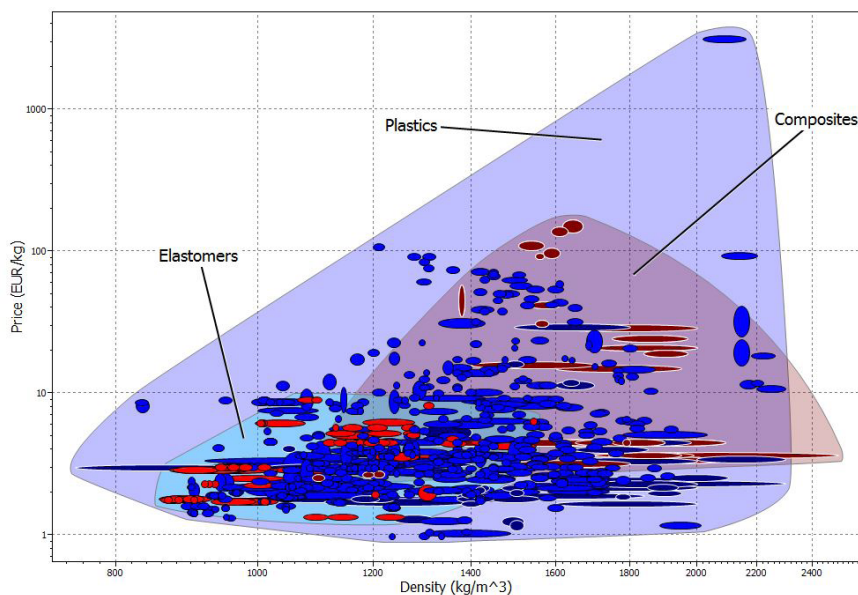
Os dissipadores ativos ou *coolers* (imagem 87) têm melhor capacidade de refrigeração relativamente aos dissipadores passivos, devido ao aumento substancial de área, e por ser assistido por um fluxo de ar ao longo da área.

Para a seleção de materiais é utilizada o programa CES Edupack de base de dados de materiais e de processos de fabrico. O processo de seleção consiste na aplicação de filtros para que a pesquisa de materiais seja refinada e conseqüentemente objetivada até que o material corresponda aos critérios que a seguir se definem.

POLÍMEROS PARA CARNAGENS

No processo de fabrico escolhido, termoformação, os polímeros termoplásticos apresentam melhores propriedades técnicas, enquanto que os polímeros termoendurecíveis apresentam problemas de reticulação. Assim a selecção de materiais está algo refinada à partida com uma pré-selecção de polímeros termoplásticos.

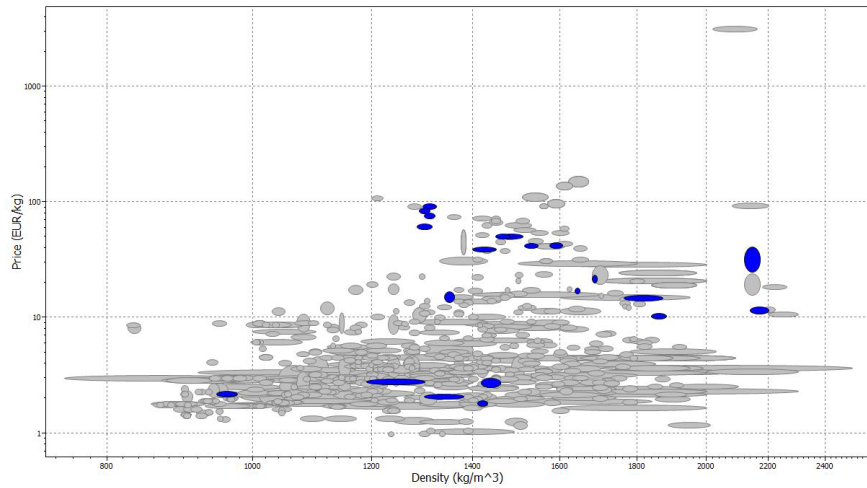
O primeiro filtro aplicado é determinado pela capacidade dos materiais serem recicláveis. Os resultados a seguir demonstram que 245 dos 675 presentes na base de dados passam no filtro.



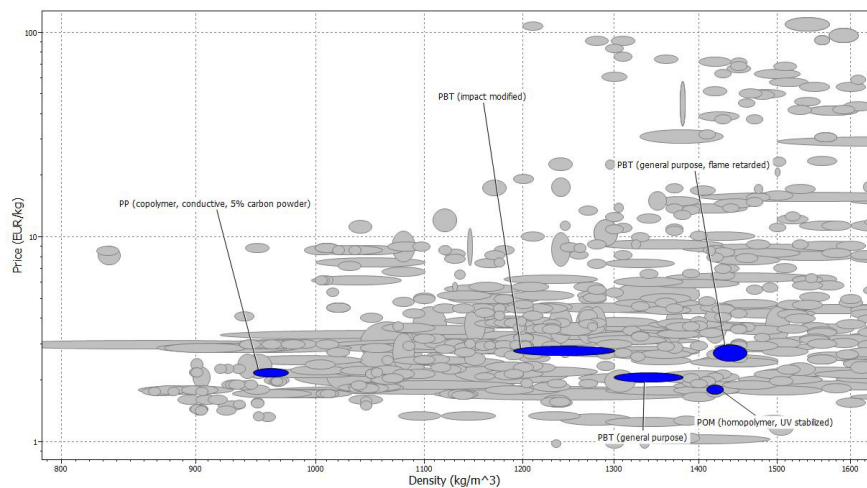
88 Gráfico utilizado para representação da seleção de materiais – vista geral de polímeros possíveis.

Sendo uma amostra de 245 polímeros ainda uma amostra de dimensão elevada, é aplicado um segundo filtro onde são impostas propriedades ópticas: ser opaco e ter resistência a líquidos e à luz natural.

Dos 21 polímeros registados após a aplicação do segundo filtro, existem alguns com preço superior a 80€/kg. Deste modo, é aplicado um filtro final onde é estabelecido um preço máximo de 5€/kg. Do filtro final passam 5 grupos de polímeros, 3 PBT's, POM e PP.



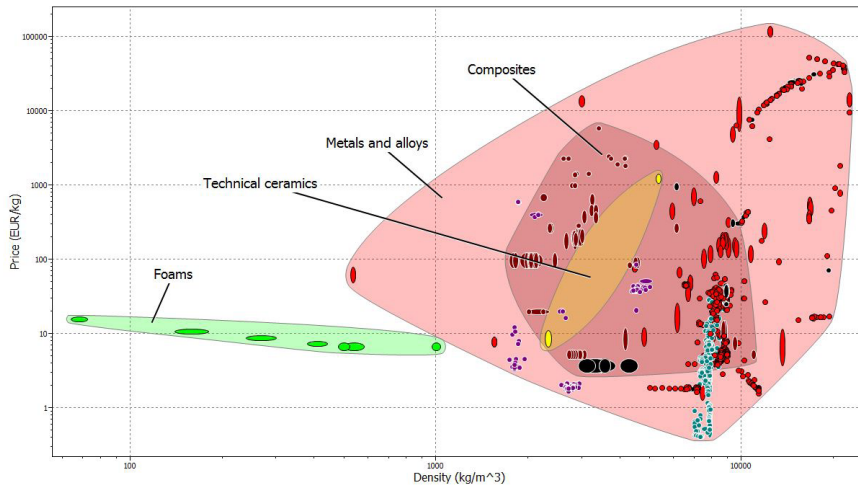
89 Polímeros que passam nos filtros estão representados com a cor azul. O gráfico relaciona preço por quilograma com densidade.



90 Resultado final após aplicação de todos os filtros. O polímero selecionado é o Polipropileno devido ao preço por quilograma.

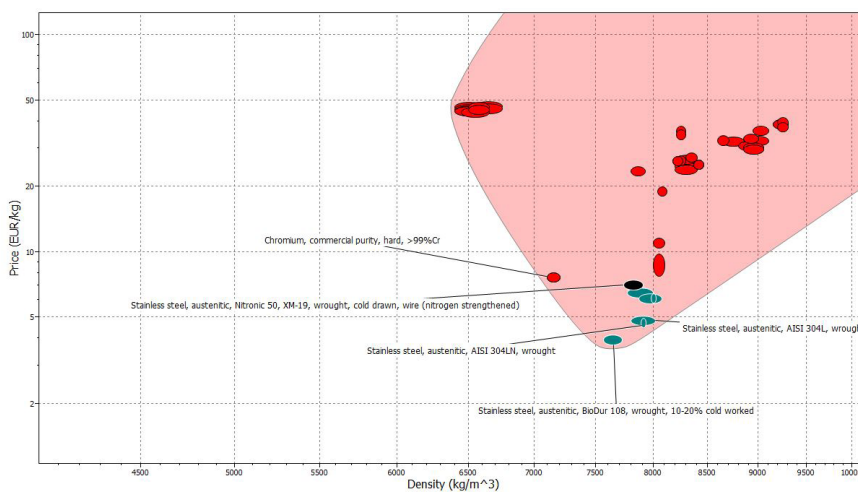
Após a análise do gráfico da imagem 77, define-se para o projeto a utilização de polipropileno (PP).

ESTRUTURA METÁLICA



91 Gráfico utilizado para representação da seleção de materiais – vista geral de metais possíveis.

Para a seleção metálica, foi aplicado um filtro de pesquisa com as seguintes restrições: reciclabilidade, resistência a água natural e água salgada, resistência à luz natural e aos ácidos alcalinos. Através da utilização de um gráfico relacionando peso e preço, consegue-se identificar que o material indicado para as estruturas é o aço inoxidável. Este, para além de responder a todas as restrições impostas nos filtros, é um material de custo reduzido e a indústria nacional, principalmente as transformadoras automóveis estão familiarizadas com a utilização deste tipo de materiais.



92 Resultado final após aplicação de todos os filtros. O metal selecionado é o aço inoxidável devido ao preço por quilograma.

TESTES MECÂNICOS

De modo a justificar a arquitetura e materiais selecionados, foram realizados testes mecânicos às 3 estruturas essenciais no sistema de iluminação desenvolvido. Para a seleção de todos os processos e materiais selecionados é considerado o mercado nacional de transformação automível, facilitando a adaptação da empresa a uma abordagem modular.

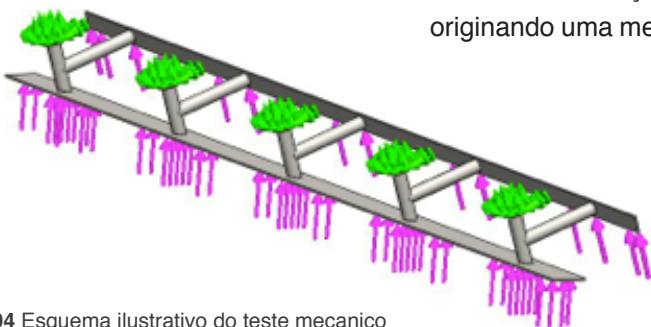
ESTRUTURA DE SUPORTE LATERAL



93 Vista geral da estrutura de suporte lateral.

A estrutura (imagem 80) foi submetida a uma força de 1961 Newton, o equivalente a 200 Kg.

O ponto crítico para o desenvolvimento desta estrutura focaliza-se no seu comprimento (aproximadamente 1,4m). Para que se mantivesse a forma após o impacto da força aplicada, foi necessário fazer melhorias estruturais, nomeadamente o aumento do número de pilares e as dimensões dos mesmos. O aperfeiçoamento geométrico resultou na redução de tensão em pontos de tensão acumulada, originando uma menor deformação e evitando a rutura da estrutura.



94 Esquema ilustrativo do teste mecânico realizado na estrutura de suporte lateral.

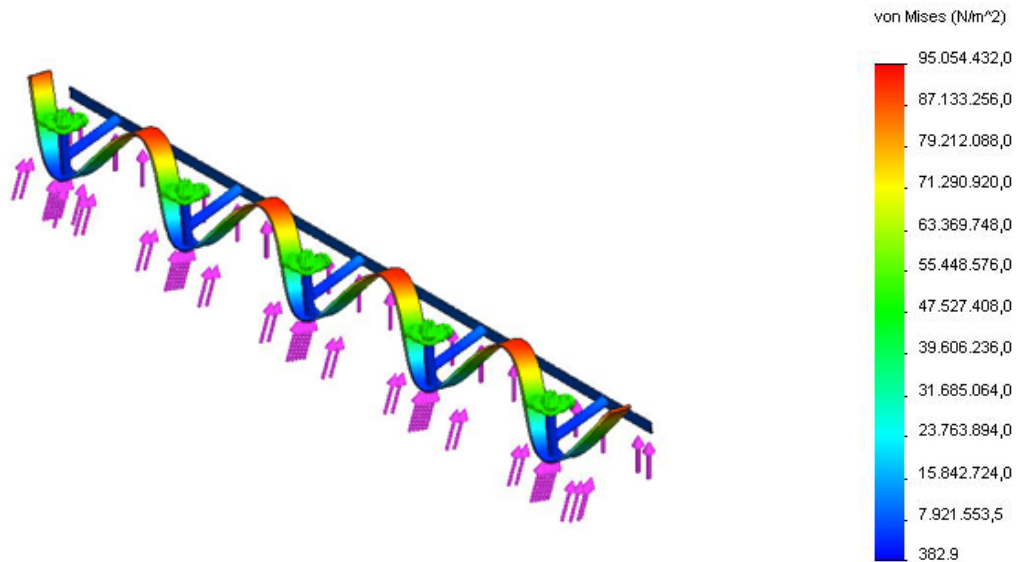
Material: Cast Stainless Steel

Tipo de modelo: Linear Elastic Isotropic

Yield Strength: $6.20422e+008$ N/m²

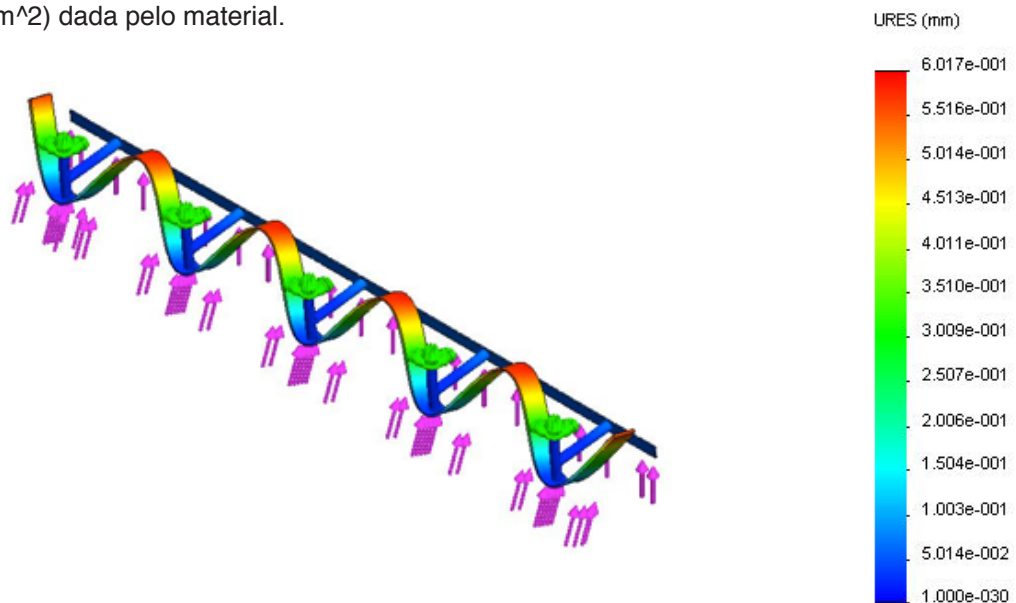
Tensile Strength: $7.23826e+008$ N/m²

Na imagem 81, as setas verdes indicam a zona de fixação do modelo para a realização do teste, enquanto as setas roxas correspondem à localização e à direção da força de 1961N aplicada.



95 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte lateral - deformação.

Conclui-se com o teste realizado (imagem 82) que a zona de stress que a estrutura atinge com uma força de 1961N é de 95.054.432,0 N/m². Este valor é muito afastado da tensão de cedência (6.20422e+008 N/m²) e da tensão de rutura (7.23826e+008 N/m²) dada pelo material.



96 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte lateral - tensões máximas acumuladas.

(Imagem 83) Ao aplicar uma força de 1961N, a deformação máxima na estrutura é de 0,6017 mm.

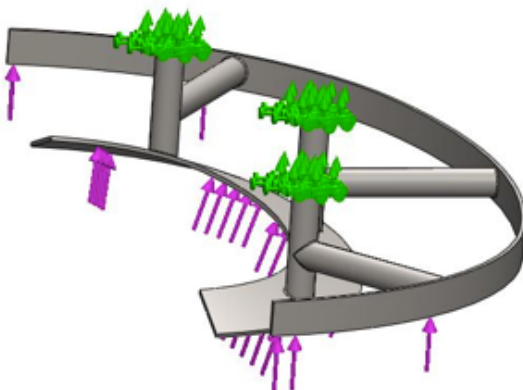
ESTRUTURA DE SUPORTE INFERIOR



97 Vista geral da estrutura de suporte inferior.

A estrutura foi submetida a uma força de 1961N, o equivalente a 200 Kg. Imagem 84

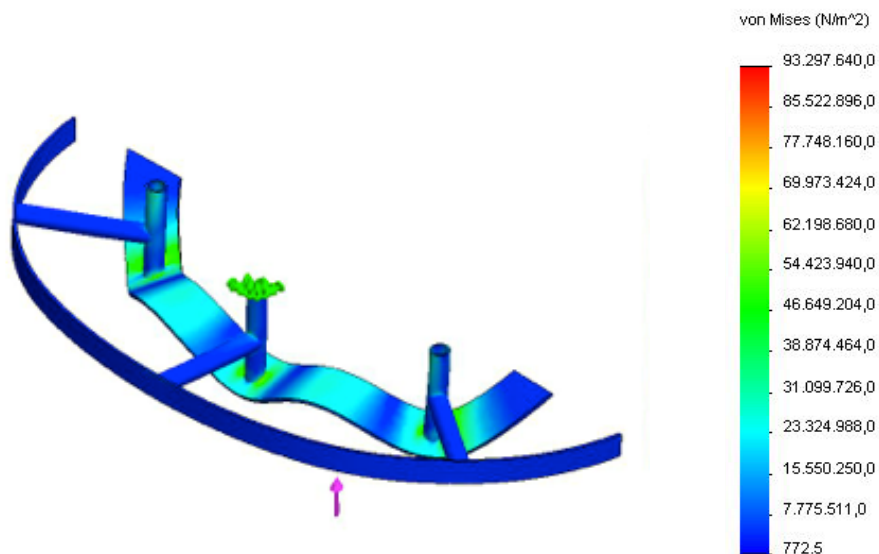
O desenvolvimento da estrutura foi realizado de modo a reduzir a deformação geral. Deste modo, foram aplicadas alterações por tentativa erro ao longo do processo de aperfeiçoamento geométrico e foram analisados os resultados. Para além da posição geométrica dos pilares verticais, a amplitude angular com que estes se apresentam foi também definida através da análise dos erros cometidos.



Material: Cast Stainless Steel
Tipo de modelo: Linear Elastic Isotropic
Yield Strength: $6.20422e+008$ N/m²
Tensile Strength: $7.23826e+008$ N/m²

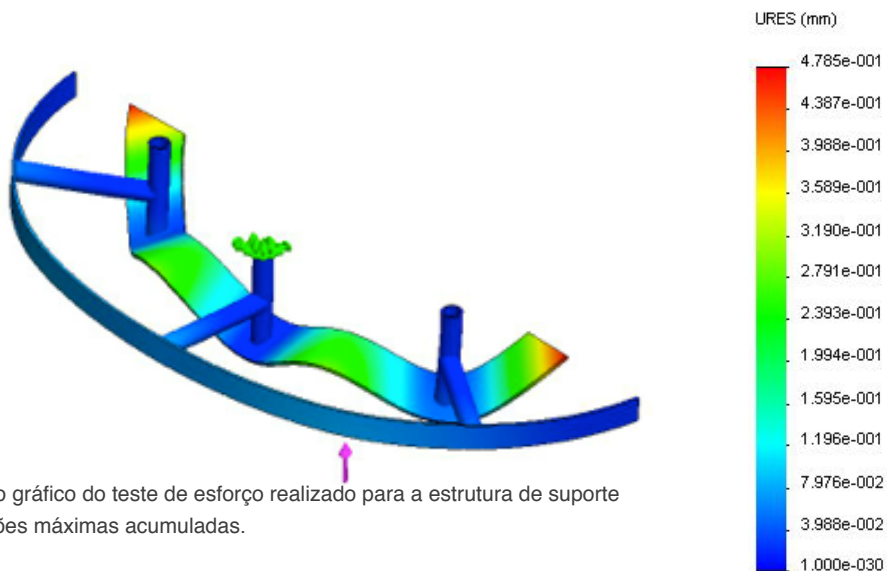
98 Esquema ilustrativo do teste mecânico realizado na estrutura de suporte inferior.

Na Imagem 85, as setas verdes indicam a zona de fixação do modelo para a realização do teste, enquanto as setas roxas correspondem à localização e à direção da força de 1961N aplicada.



99 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte inferior - deformação.

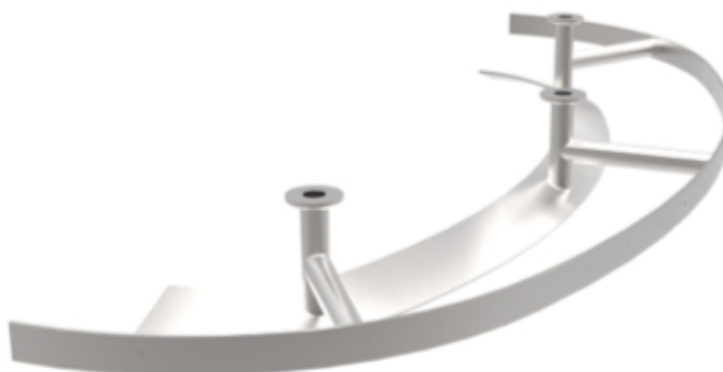
Conclui-se com o teste realizado (imagem 86) que a zona de stress que a estrutura atinge com uma força de 1961N é de 93.297.640,0 N/m², este valor é muito afastado da tensão de cedência (6.20422e+008 N/m²) e de rutura (7.23826e+008 N/m²) dada pelo material.



100 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte inferior - tensões máximas acumuladas.

(Imagem 87) Ao aplicar uma força de 1961N, a deformação máxima na estrutura é de 0,4785 mm.

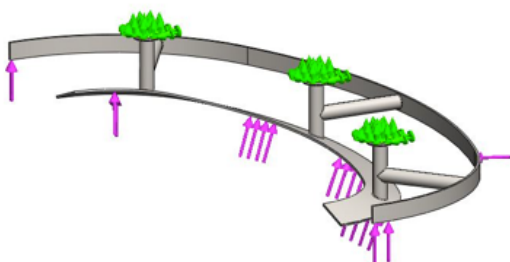
ESTRUTURA DE SUPORTE SUPERIOR



101 Vista geral da estrutura de suporte superior.

Tal como as estruturas apresentadas anteriormente, a estrutura de suporte superior é submetida a um teste mecânico de força equivalente a 200Kg. Imagem 88.

Comparativamente ao desenvolvimento da estrutura de suporte inferior, sendo o objetivo o mesmo, relativamente ao posicionamento dos pilares de verticais os resultados foram também eles semelhantes (à escala de cada um dos objetos).



Material: Cast Stainless Steel

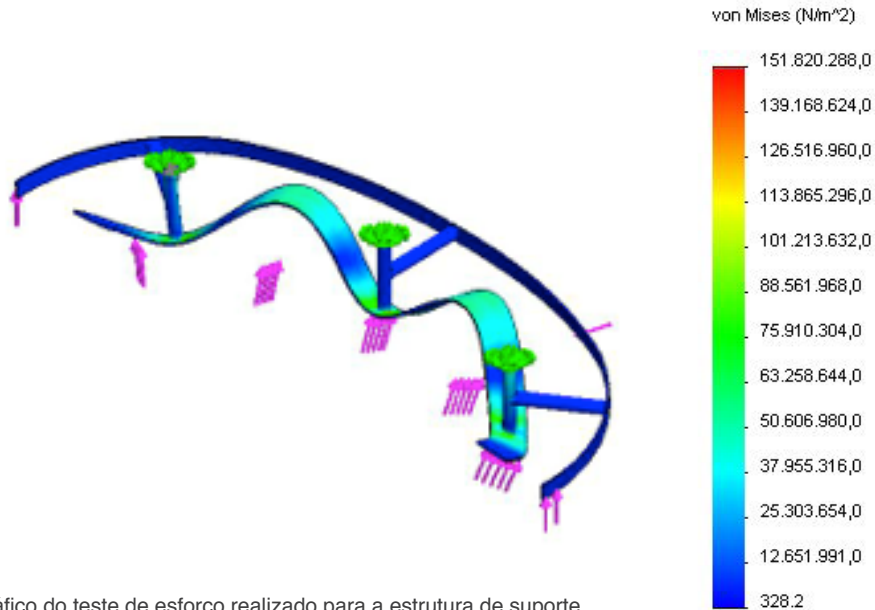
Tipo de modelo: Linear Elastic Isotropic

Yield Strength: $6.20422e+008$ N/m²

Tensile Strength: $7.23826e+008$ N/m²

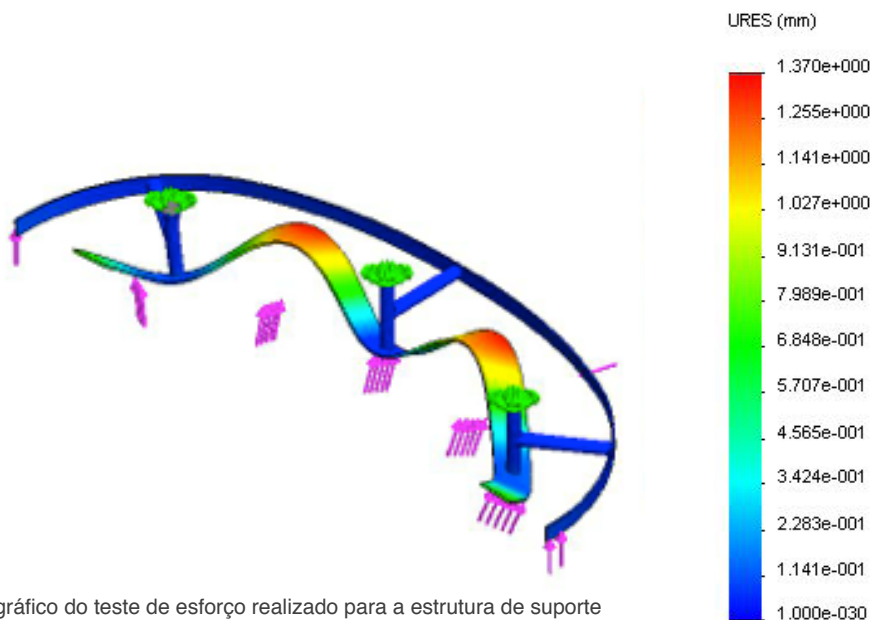
102 Esquema ilustrativo do teste mecânico realizado na estrutura de suporte superior.

Na imagem 89, as setas verdes indicam a zona de fixação do modelo para a realização do teste, enquanto as setas roxas correspondem à localização e à direção da força de 1961N aplicada.



103 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte superior - deformação.

Conclui-se com o teste realizado (imagem 90) que a zona de stress que a estrutura atinge com uma força de 1961N é de 151.820.288,0 N/m², este valor é muito afastado da tensão de cedência (6.20422e+008 N/m²) e de rutura (7.23826e+008 N/m²) dada pelo material.



104 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte superior - tensões máximas acumuladas.

(Imagem 91) Ao aplicar uma força de 1961N a deformação máxima na estrutura é de 0,370 mm.

DESENHOS TÉCNICOS

SELEÇÃO DE COMPONENTES

NOTA #1 A estratégia utilizada para o desenvolvimento de uma iluminação eficiente é emitir o mínimo obrigatório imposto pela norma, a partir dos 4 pontos emissores de luz. Deste modo, é sempre cumprido o requisito de iluminação independentemente da posição do operador ou de falhas técnicas.

NOTA #2 Através do racio apresentado para o número necessário, converteram-se os Lúmens para Candela para seleção de leds.

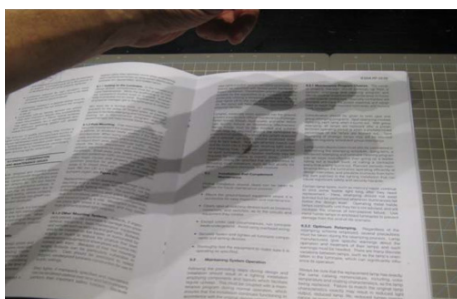
O valor da meta está representado entre 7 e 9 Lúmens por led e resulta em valores de pesquisa compreendidos entre 2,23 e 2,86 candelas a 120° de abertura. Deste modo, é possível que o número de leds seja admissível para a arquitetura desejada.

NOTA #3 A seleção do led para a iluminação de 1650 Lux, é realizada em simultâneo com o desenvolvimento da forma envolvente e os respetivos acessórios de dissipação de calor.

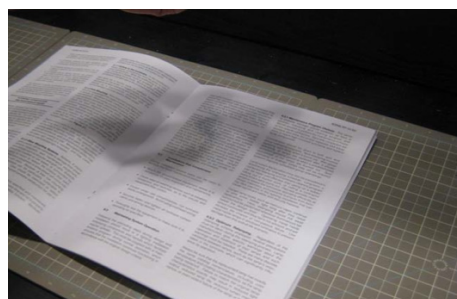
Nota #4 Após uma pesquisa exaustiva sobre placas pcb e mcpcb, descobriu-se que existem laminados de cobre que permitem a realização das mesmas tarefas das placas anteriormente referidas. Esta tecnologia permite reduzir o peso do conjunto, aumentar a segurança devido à implementação de elementos retardantes de chama e principalmente ser maleável, podendo este ser aplicado em superfícies planas ou irregulares.

NOTA #5 O modelo de LED selecionado para o sistema de iluminação geral (50 Lux) é o mesmo utilizado para o sistema de iluminação médica (300 Lux), Cree Xlamp ML-B. A seleção foi realizada pelo número de leds necessários, o preço total do sistema e também pela possibilidade do sistema de iluminação ser todo ele realizado na base do mesmo componente. Este fator possibilita uma redução no custo total de aquisição relativo à quantidade.

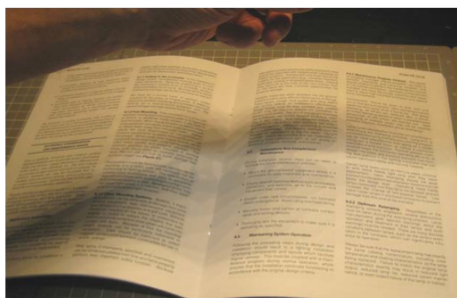
O LED selecionado na pesquisa de mercado, Cree Xlamp ML-E, segundo a documentação técnica fornecida pela Cree está a ser testado de modo a substituir as lâmpadas tubulares incandescentes comuns. Segundo o documento, a quantidade de LEDs utilizados em determinado espaçamento tem a capacidade de reduzir a presença de uma sombra, dissimulando-a em várias sombras de menor intensidade. O espaçamento reduzido dos LEDs origina um fluxo luminoso uniforme ao longo do sistema emissor.



105 Sombras geradas através da utilização de 5 XLamp MX-6 LEDs com um espaçamento de 88,9 mm.



106 Mesma configuração LED (imagem 105) com uma redução do espaçamento entre fonte emissora e difusor.



107 Doze Xlamp ML-E com espaçamento igual entre eles reduz o impacto da sombra.



108 108 A utilização de um difusor a menor distância da fonte emissora dissipa o efeito de múltiplas sombras gerado na imagem 107.

A análise do documento vem fortalecer o método de seleção de componentes (NOTA #5) no qual é justificada a seleção final do modelo LED devido ao número necessário para o desempenho da função.

SELEÇÃO DOS VIDROS

O vidro utilizado para o teto panorâmico do projeto desenvolvido não pode ser um vidro normal onde o facto da luminosidade que o atravessa tal como o aumento de temperatura que a que este remete são desconfortáveis para utilizadores e no caso do projeto desenvolvido, pacientes e especialistas.

Assim sendo, o método de pesquisa do vidro para incorporação no conceito foi realizado através da análise da tendência automóvel, que remete para uma maior utilização de tetos panorâmicos.

É obrigatório para o conceito desenvolvido a utilização de um vidro do qual a natureza seja a industria automóvel devido ao avanço tecnológico desenvolvido na área, que permite a resolução de alguns dos problemas referidos anteriormente. A solução para o vidro é do mesmo produtor da carrinha Mercedes-Benz, deste modo é facilitado o acesso à tecnologia e implementação da mesma.



109 Grupo de imagens representativas do Magic Sky Control.

MERCEDEZ-BENZ: MAGIC SKY CONTROL

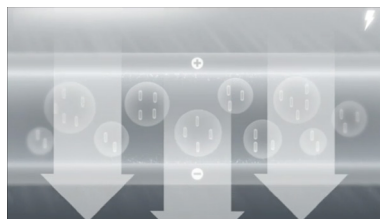
Testes realizados pela Mercedes-Benz demonstram que através da utilização de um Piranómetro foi possível confirmar a eficiência do tejadilho como escudo de calor. A carga solar medida a uma temperatura de 50°C na Califórnia é de 1000 a 1100 W/m², valor que cai no interior para os 200 W/m² com o vidro em modo transparente. Com o vidro em modo escurecido, os níveis baixaram para os 40 a 50 W/m², um vigésimo do valor inicial.

Mercedes-Benz (2013). *Magic Sky Control* http://m.mercedes-benz.ca/mbp_l=en/en_CA/magic_sky_control/detail.html. Agosto 2013.

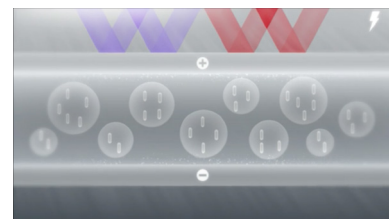
O conceito é baseado princípios da física. Quando o vidro é submetido a voltagem (img8765) as partículas construtivas do vidro ficam alinhadas, permitindo a passagem de luz natural. O resultado (img 8765) é um espaço com visibilidade total para o exterior, com capacidade para proteger o interior do veículo, refletindo raios ultravioleta e raios infravermelhos.

No caso de não existir corrente elétrica (img 45678), as partículas reorganizam-se de um modo aleatório escurecendo o vidro bloqueando uma percentagem da passagem de luz (img 567).

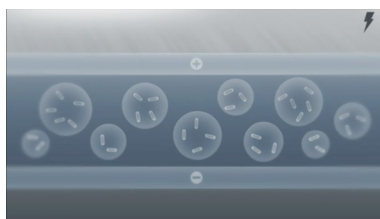
A utilização desta tecnologia permite ainda aliviar a utilização do ar condicionado resultando numa poupança de combustível.



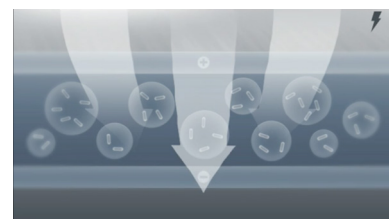
110 Vidro com impulso elétrico permite a passagem de luz.



111 Vidro com impulso elétrico bloqueia raios ultravioleta e raios infravermelhos.



112 Vidro sem impulso elétrico organiza aleatoriamente as partículas do vidro.



113 Vidro sem impulso elétrico apesar de escurecido permite a passagem de luz.

CENTRO DE CONTROLO

Todos os atributos implementados no sistema de iluminação são controláveis através de um único periférico localizado numa extremidade da ambulância de acesso rápido aos especialistas. O centro de controlo para além de permitir o controlo das funções luminosas tem obrigatoriamente de permitir o acesso a outras regulações que não sejam diretamente relacionadas com o sistema de iluminação. Desenvolveu-se então um conceito de ações passíveis de serem controladas através do centro de controlo.

O conceito para o centro de controlo tem como forma física um tablet que tem como sistema de fixação a utilização de uma contracapa traseira que quando entra em contacto com a outra extremidade magnetizada permite o carregamento da bateria. Conceito de fixação e carregamento à imagem dos carregadores para macooks da norte americana Apple (imagem 99).



114 Carregador para macbooks Apple.



115 Sugestão para conceito do centro de controlo desenvolvida através da utilização de um tablet.

Para além do controlo do sistema luminoso, foram conceptualizadas outras propostas como o controlo de temperatura, a assistência, que consiste em obter informações médicas por telefone ou serviços de base de dados, e o acesso a máquina fotográfica para fins de pesquisa através de imagens, contactar hospital entre outros.

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

05

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo o âmbito do processo de desenvolvimento do presente projeto de dissertação foi baseado num objetivo muito específico: a conceptualização de um sistema de iluminação com arquitetura modular que catapultasse financeiramente este nicho da indústria transformadora de automóveis, ao mesmo tempo que aumentasse a performance dos especialistas e reduzisse o estigma associado a produtos médico-hospitalares.

Alicerçado nos princípios metodológicos de Karl T. Ulrich e Steven D. Eppinger em *Project Design and Development*, o processo de desenvolvimento do produto tem uma componente muito forte na recolha e tratamento das necessidades. Através da experiência pessoal retirada do estágio realizado na Auto Ribeiro e de todo o processo de reconhecimento de estudos desenvolvidos anteriormente, tornou-se mais fácil a interpretação do estado de mercado nacional e europeu de ambulâncias, e permitiu enriquecer todo o processo de investigação, de análise e do desenvolvimento de soluções.

O projeto beneficiaria ainda, caso pudesse ser continuado por uma equipa multidisciplinar de forma a superar a enorme dificuldade técnica, no que toca à análise de normas aplicadas ao sector e às normativas para a construção/modificação de carroçarias. Para o projeto aqui desenvolvido, teria sido benéfico a existência de uma ligação com um maior número de produtores de ambulâncias de modo a perceber quais as restrições e necessidades de cada um, proporcionando uma mais ampla recolha de informação “privilegiada” que surgiria do contacto com fornecedores, gerando, por conseguinte, assim um produto mais abrangente.

Os estudos mostram que a preocupação em melhorar as áreas de iluminação para o consequente bem-estar do paciente e o aumento da performance do especialista são uma tendência à qual o projeto é inerente.

Tal como o define CAMACHO, José Ferro, in *A indústria automóvel portuguesa : explorar o desafio dos autointeriores*, (2004), “Um projeto de arquitetura modular assume na presente situação um papel fundamental na definição do Design dos produtos per se, mas também na configuração da estrutura económica e tecnológica de suporte.” nesta perspetiva, através da utilização de uma arquitetura

modular, o projecto desenvolvido permite a implementação do sistema de iluminação em diversos modelos de carroçarias alcançando uma maior cota de mercado.

A utilização desta estrutura modular pode originar a implementação do sistema desenvolvido ou uma derivação deste em mercados paralelos como, por exemplo, postos de rastreio urbano e rural, as ambulâncias para veterinários, bibliotecas itinerantes, os carros de polícia, entre outros.

Apesar de não ter sido possível criar protótipos funcionais e compará-los com o mercado existente de ambulâncias de modo a validar todo o processo de desenvolvimento, todas as soluções e todos os componentes selecionados, considera-se a experiência como bastante enriquecedora a nível pessoal e profissional. Após analisados todos os desafios cumpridos ao longo do processo de desenvolvimento do presente projeto de dissertação, considera-se que foi um processo que apesar de longo e árduo se tornou motivacional. Os desafios de gestão do tempo destinado a cada fase do projeto e de gestão de toda a informação recolhida através das variadas fontes convertendo-as em conhecimento para posteriormente ser aplicado no desenvolvimento do projeto, foram os maiores benefícios no âmbito profissional.

POSSIBILIDADES DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Para futuras propostas, recomenda-se, numa primeira fase, o desenvolvimento de conceitos para que seja possível a afirmação da solução desenvolvida para o sistema de iluminação modular. O desenvolvimento do software e do hardware apresentado para o sistema de controle poderá resultar na identificação de novos nichos de mercado devido à sua complexidade e à ausência de soluções no mercado até aqui analisado.

Como projeto paralelo propõe-se a tentativa de implementação do sistema desenvolvido em outros modelos de furgões utilizados como ambulâncias. Este processo pode passar por um rearranjo da estrutura modular desenvolvida. “Cada módulo é desenvolvido de

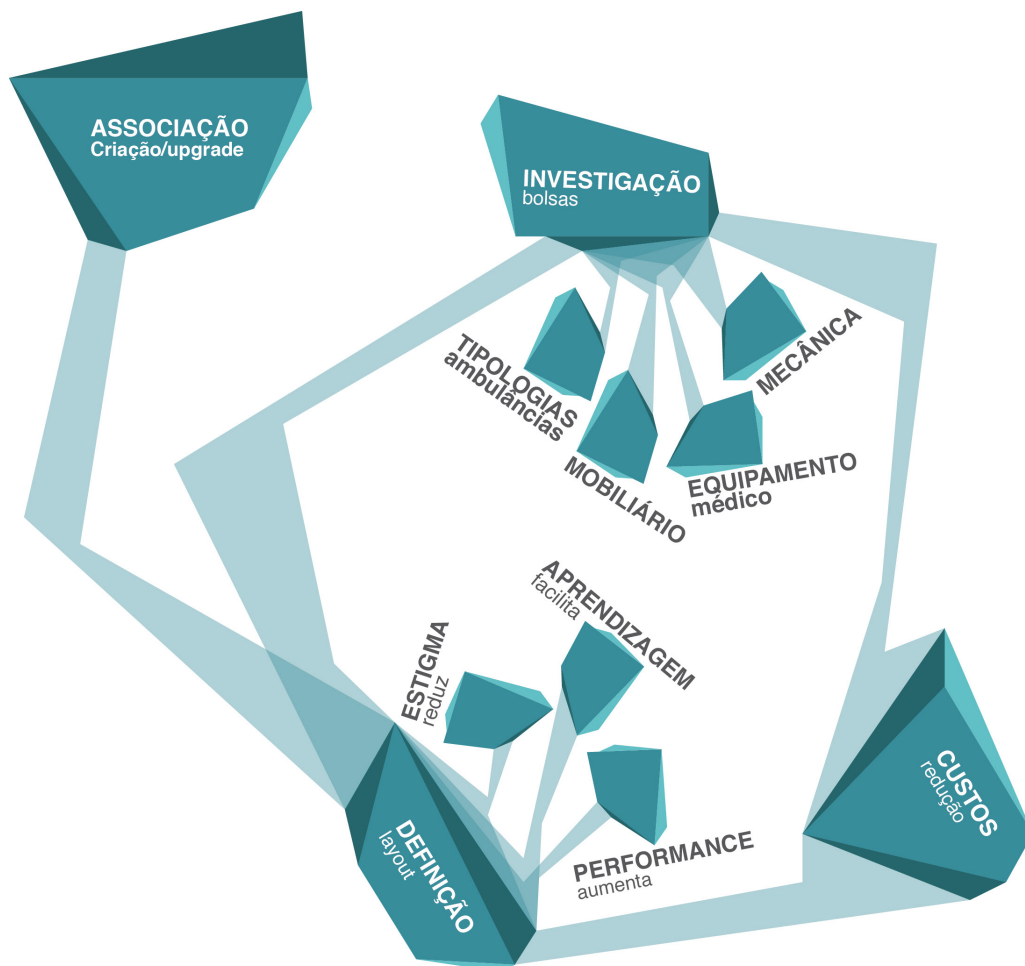
forma independente. Subsistemas podem ser melhorados rapidamente sem ter que redefinir tudo.” CAMACHO, José Ferro (2004). Idealmente a presente proposta recai na possibilidade de definição de um sistema modular de passível utilização em todos os modelos de furgões identificados para o estudo.

O estudo terá de ser baseado em trabalho de campo (horas de ambulância) de modo a que o design da proposta se centre na experiência do especialista e do paciente, para suprir todas e outras necessidades não identificadas ao longo do projeto.

Graças ao custo reduzido da tecnologia LED selecionada para o presente projeto, o desenvolvimento de protótipos funcionais é uma obrigação imperiosa, pois define todo o sucesso da solução desenvolvida.

No que se refere à estandardização do interior das ambulâncias, esta problemática, assim como dos benefícios que as soluções trariam para os stakeholders envolvidos, foi desenvolvida previamente através da análise do mercado e de casos de excelência realizados para o presente projeto de dissertação, num artigo (não publicado). Neste documento (em anexo) é apresentada uma estratégia para a produção de ambulâncias promovendo a estandardização e a modularidade. É também desenvolvido um diagrama com a proposta para a implementação da normalização das ambulâncias nacionais sustentado-se na investigação de Design e Engenharia e que traz benefícios para todos os stakeholders envolvidos.

É de salientar que este estudo é uma proposta sempre passível de análise, de reformulação de factos e de reavaliação das orientações políticas para uma definição estratégica e coesa do modelo de estandardização desenvolvido.



116 Diagrama de ações de tendências vicioas em torno da estandardização.

“If something is going to be better, it is new, and if it’s new you are confronting problems and challenges you don’t have references for. “

IVE, Jonathan, (Março 2012) *Sir Jonathan Ive: The iMan cometh.* <http://www.standard.co.uk/lifestyle/london-life/sir-jonathan-ive-the-iman-come-th-7562170.html> . 2013

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

06

BIBLIOGRAFIA

Ulrich, Karl T., Eppinger, Steven D.. “Product Design and Development – International edition” Nova Iorque: McGraw-Hill/Irwin, 2003

Guerrini, Délio Pereira. “Iluminação Teoria e Projeto”. São Paulo: Editora Érica Ltda., 2008.

Camacho, José Ferro. “A indústria automóvel portuguesa : explorar o desafio dos autointeriores” Lisboa: Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel, 2004

Carvalho, Ana Carolina Soares. “Estudo da sustentabilidade automóvel em Portugal”. Programa de Mestrado em Aveiro, 2009.

Royal College of Art, “Healthcare on the move – Treating patients in the community: the smart pods project”. Londres: Royal College of Arts, 2009.

Design Council, “Design for patient safety”. Londres: Design Council, 2003.

Design Council, Department of Health “Design for patient dignity”. Londres: Design Council 2009.

NATIONAL PATIENT SAFETY AGENCY (NPSA), “Design for patient safety - Future ambulances”. Londres: Royal College of Arts 2009.

Paschoarelli, Luís Carlos, Marizilda dos Santos Menezes. “Design e ergonomia aspectos tecnológicos”. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

Diário da República, 2.a série — N.º 188 — 28 de Setembro de 2009

Munari, Bruno. “Das coisas nascem coisas”, Lisboa: Edições 70, 1981.

de Oliveira, Martinho. “Tecnologias e Processos de Fabrico”, Universidade de Aveiro, 2007.

de Oliveira, Martinho. “Materiais e tecnologias”, Universidade de Aveiro, 2007.

Cree, Inc. “LED Luminaire Design Guide”. Durham: Cree, Inc., 2007.

Osram, “Manual Luminotécnico Prático” Brasil: Osram, 2009.

Osram, “Where brightness and reliability are essential. Specialty Light sources for medical and industrial applications”. Munich: Osram.

Climar, “Iluminação em Espaços Hospitalares – Medical Lighting)”
Águeda: Climar

Portaria N° 2.048, de 5 de novembro de 2002.

Portaria nº 1147/2001 de 28 de Setembro

Mercedes-Benz, “Diretivas para carrocerias e furgões – Sprinter – modelo 906” Mercedes-Benz, 2012.

Marry Bellis. “Ambulance History” About.com, <http://inventors.about.com/library/inventors/blambulance.htm> “ (2013)

Web

John Dubensky “5 Terrifying Secrets About Ridding in an Ambulance”
http://www.cracked.com/article_19798_5-terrifying-secrets-about-riding-in-ambulance.html (2013)

Elton Moura Nickel; Marcelo Gitirana Gomes Ferreira; Fernando Antônio Forcellini; Célio Teodorico dos Santos; Ricardo Antônio Álvares Silva, “Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos” http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2010000400006&script=sci_arttext (2013)

Nadine Levick, “Engineering analysis of ‘safety concept’ ambulances”. <http://www.objectivesafety.net/NAEMSP2009SafetyConcept.pdf> (2013)

American Medical Response, "Safety concept ambulance" <http://www.amr-sandiego.com/downloads/SafetyConceptAmbulance.pdf> (2013)

Miguel Borges. "Ambulância do INEM capotou em Lisboa sem fazer vítimas" Blog dos B.V. de Oliveira do Hospital, <http://bvoh.blogspot.pt/2008/10/ambulncia-do-inem-capotou-em-lisboa-sem.html> (2013)

<http://www.burtonmedical.com/products/examination-lights/> (2013)

<http://pt.farnell.com> (2013)

<http://www.gelightingolutions.com/lighting-news/led-lighting-news> (Maio 2013)

<http://en.red-dot.org> (2013)

<http://www.tuvie.com> (2013)

<http://www.designboom.com> (2013)

<http://trendwatching.com/pt/trends/citysumers> (2013)

<http://www.cree.com> (2013)

http://www.lighting.philips.com/main/solution_application/healthcare.wpd (2013)

<http://www.ambulanzmobile.eu/brand/en/> (2013)

<http://www.somati.be> (2013)

<http://www.groupe-gifa.fr/groupe/web/index.php> (2013)

<http://www.edmforli.it/default.asp?sec=1> (2013)

<http://www.aricar.it/it/default.asp> (2013)

<http://www.polarspecialcar.it> (2013)

<http://www.alessibecagli.it> (2013)

<http://www.bollanti.it> (2013)

<http://www.profilevehicles.com/en/> (2013)

<http://www.gggele.it> (2013)

<http://binz-ambulance.com> (2013)

<http://emergencia2000.pt> (2013)

<http://www.futurvida.com> (2013)

<http://www.medimobil.eu> (2013)

<http://www.iribus.pt> (2013)

<http://www.autoribeiro.pt> (2013)

http://m.mercedes-benz.ca/;mbp_l=en/en_CA/magic_sky_control/detail.html (2013)

<http://www.autonews.com/article/20130905/CUTAWAY01/309059997/pilkington-provides-glass-tint-control-in-new-mercedes-sl#axzz2m3864TXx> (2013)

<http://www.autoguide.com/auto-news/2012/04/mercedes-benz-magic-sky-might-make-it-to-side-windows-in-future.html> (2013)

Design em sistemas de
iluminação médica
modular para ambulâncias

07

ANEXOS

DESIGN E SETOR INDUSTRIAL PRIVADO COMO FORÇAS EMERGENTES PARA A ESTANDARDIZAÇÃO DE AMBULÂNCIAS (ARTIGO PESSOAL)

DESIGN AND THE INDUSTRIAL PRIVATE SECTOR AS EMERGING FORCES FOR AMBULANCES STANDARDIZATION

RESUMO

Este estudo pretende fazer a contextualização de alguns problemas relativos às ambulâncias, aos produtores, aos especialistas e aos utentes. A discussão é gerada em torno da possibilidade de standardização do layout do interior das ambulâncias. A implementação desta tendência considera-se urgente em alguns países europeus.

Baseado em artigos de investigação de Design implementados no sistema de saúde britânico, apresenta-se neste estudo uma solução para a indústria transformadora automóvel e também para o estado Português.

Este estudo apresenta reduções de custos na aquisição de ambulâncias para o Estado Português e na produção para o sector industrial de ambulâncias. Paralelamente são criadas bolsas de investigação com o mesmo com a mesma finalidade, sem que para isso haja aumento dos orçamentos anuais, mas, pelo contrário, haja redução dos custos.

PALAVRAS-CHAVE

Modularidade; Normalização/Standardização; Ambulâncias de emergência; *Layout* ambulâncias; Serviço Nacional de Saúde.

ABSTRACT

Contextualizes about a few problems in the ambulances relative to producers, experts and patients. The discussion's made around the possibility of standardizing the layout for the interior of ambulances, trend considered of urgent implementation in some European countries. Based on Design research articles implemented in british health care system, presents a solution for automotive manufacturing industry and the Portuguese National Health Service.

Reducing costs to the Portuguese state, from the National Health Service, and to the Industrial Sector, since production and acquisition are less a expensive and based on a smarter buying and developing process.

Parallel to this process research fellowships have been created with the same propose, without the increase of the annual budget.

KEYWORDS

Modularity; Standardization; Emergency ambulances; Ambulances layout; Portuguese National Health Service.

INTRODUÇÃO

Com uma amplificação das frotas de transporte ambular e assistência médica, como por exemplo: barcos, motas, helicópteros, jipes, entre outros; aperfeiçoando cada uma destas variantes aos requisitos geográficos e médicos, a indústria transformadora de automóveis (produtora de ambulâncias) focaliza-se cada vez mais num aperfeiçoamento destes veículos, com o intuito de aumentar a sua performance, deixando desvanecer ao longo do processo de desenvolvimento as necessidades dos especialistas que operam nos veículos.

O artigo de investigação *Design for patient safety: Future ambulances* – **Hellen Hamlyn research center Royal College of Art** retrata a realidade referida anteriormente através de estudos realizados em colaboração com as seguintes entidades Inglesas: ***Healthcare Ergonomics and Patient Safety Research Unit at University of Loughborough; The Ambulance Service Association, (ASA); National Patient Safety Agency, (NPSA);***

Com o intuito de perceber como as lacunas existentes podem ser melhoradas, superadas e resolvidas, seja no domínio da segurança, da performance dos especialistas e do tratamento dos pacientes, na pesquisa que assenta na melhoria da concepção dos veículos e do equipamento, os intervenientes das diferentes áreas de investigação desenvolvem uma relação de proximidade. Os resultados das suas discussões e as decisões tomadas são reportadas ao NHS (National Health Service), e as conclusões finais posteriormente difundidas para todos os produtores de ambulâncias nacionais.

O objetivo destes relatórios prende-se ainda à intenção de implementar os resultados nos quadros nacionais de ambulâncias, levando assim a um processo de standardização na produção de ambulâncias.

Fruto da relação de proximidade com as entidades produtoras de ambulâncias, é possível consultá-las e perceber quais são as suas reais necessidades em termos empresariais. Baseado nas opiniões das entidades produtoras, o feedback desta relação permitiu à equipa definir nove design challenges.

Os resultados demonstraram uma vontade de implementação de um modelo estandardizado, oferecendo assim consistência a nível nacional, redução do risco associado às viagens, melhoria do *layout* de trabalho, melhoria do tratamento focalizado no paciente, e aumentar o valor do dinheiro devido a um processo de aquisição mais eficiente, baseado em requisitos mínimos.

O relatório apresenta três fases de projeto para implementação nos próximos cinco a dez anos:

Suportar a normalização e a melhoria de concepção dos veículos;

Garantir a confiabilidade e a compatibilidade dos equipamentos;

Responder às exigências envolventes do NHS relativamente às ambulâncias de serviço.

Tal como acontece no Reino Unido, Portugal também é vítima da inexistência de um modelo estandardizado de ambulâncias; Nesta análise pretende-se evidenciar como é que estudo desta dimensão social é relevante neste domínio e pode ser implementado e realizado em Portugal.

O panorama geral desta reflexão é baseada na estratégia utilizada pelo *Design for patient safety: Future ambulances*, utilizando entidades nacionais de modo a que todas as decisões tomadas sejam baseadas em depoimentos/opiniões fiáveis, potenciando ou aferindo-lhes um indispensável protagonismo nacionais e no processo de estandardização.

DESENVOLVIMENTO

A definição de um modelo normativo para o *layout* das ambulâncias do serviço nacional de saúde Português deve ser considerado como uma prioridade devido à capacidade de proporcionar um aumento de qualidade do serviço público prestado, e devido à possibilidade de criação de áreas de investigação financiadas pelo proveito financeiro que a proposta apresenta.

O exemplo que se apresenta a seguir tem como objetivo espantar como algumas mudanças estruturais em torno da estandardização das ambulâncias podem beneficiar desde produtores, especialistas e inclusive o pacientes, visto que o processo de tratamento é paralelamente melhorado.

A falta de coerência no *layout* das ambulâncias a nível nacional é problema que afeta não só os especialistas mas também os produtores. A possibilidade de cada instituição escolher a localização e a dimensão de todo o equipamento presente na ambulância, obriga os produtores a definir uma estrutura base capaz de responder às necessidades de cada um dos seus clientes.

Apesar de idealmente parecer uma estratégia acertada com benefícios para ambas as partes, esta apenas afeta negativamente o setor industrial e a performance dos especialistas.

A imagem 1 representa a sequência de montagem para uma ambulância. Num primeiro passo a carrinha é preparada para receber placas de metal blindado de espessura elevada ao longo de todas as superfícies com a colocação de vigas para o suporte das mesmas. As placas de metal devem ser colocadas ao longo de todas as superfícies, de modo a que as exigências do cliente relativamente às dimensões e localização sejam cumpridas.

A solução utilizada para responder às necessidades dos clientes aumenta, os custos a mão de obra, o peso do veículo devido à quantidade de material utilizado e, nesta perspectiva, poderão ainda ser considerados os níveis de consumo de combustíveis fósseis devido ao peso excessivo do veículo.

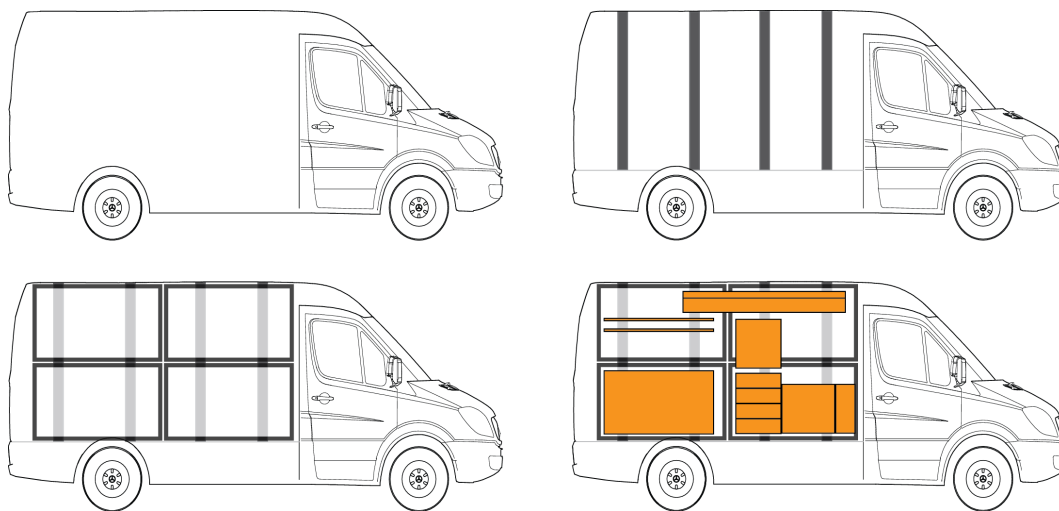


Imagem 1 Esquema de montagem normalmente utilizado pela indústria.

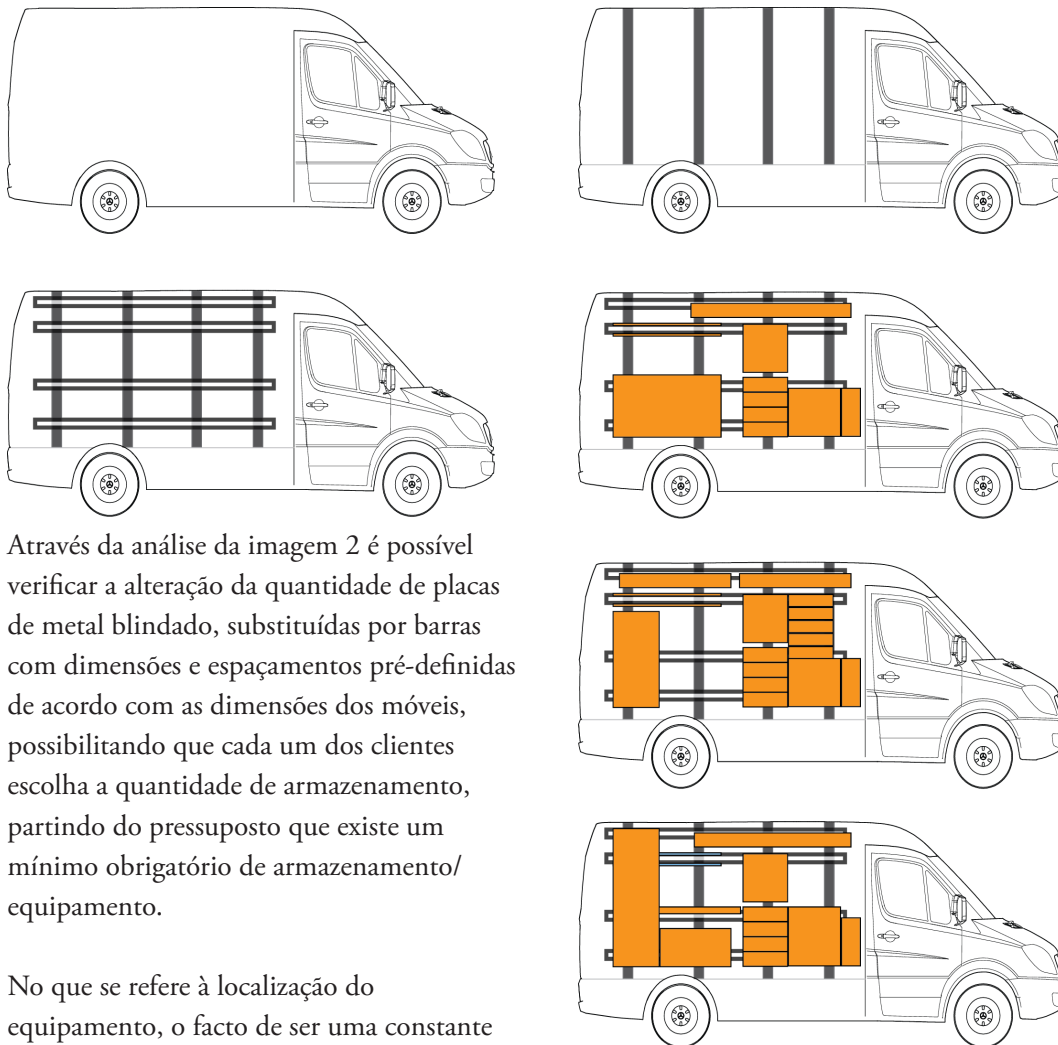


Imagem 2 Sugestão de esquema de montagem alternativo.

Através da análise da imagem 2 é possível verificar a alteração da quantidade de placas de metal blindado, substituídas por barras com dimensões e espaçamentos pré-definidas de acordo com as dimensões dos móveis, possibilitando que cada um dos clientes escolha a quantidade de armazenamento, partindo do pressuposto que existe um mínimo obrigatório de armazenamento/ equipamento.

No que se refere à localização do equipamento, o facto de ser uma constante para todas as ambulâncias nacionais, é uma vantagem não só para os produtores como foi apresentado anteriormente, mas também para os técnicos especialistas.

A possibilidade da ambulância, onde o técnico especialista é formado/treinado e cria os seus hábitos de trabalho, ser idêntica a nível nacional, afere-lhe uma maior polivalência territorial, permitindo-lhe desempenhar as suas funções em todas as entidades de saúde nacional. Eliminado um possível processo de reaprendizagem da localização do equipamento e da formatação dos hábitos de trabalho, no caso de mudança de cidade ou entidade de trabalho, o técnico especialista aumenta diretamente a performance.

Após uma breve explicação de como pode ser melhorada a estratégia de produção de ambulâncias promovendo modularidade e standardização, apresenta-se de seguida um diagrama que permite analisar um possível mapa de implementação de normalização nas ambulâncias nacionais beneficiando todos os stakeholders envolvidos:

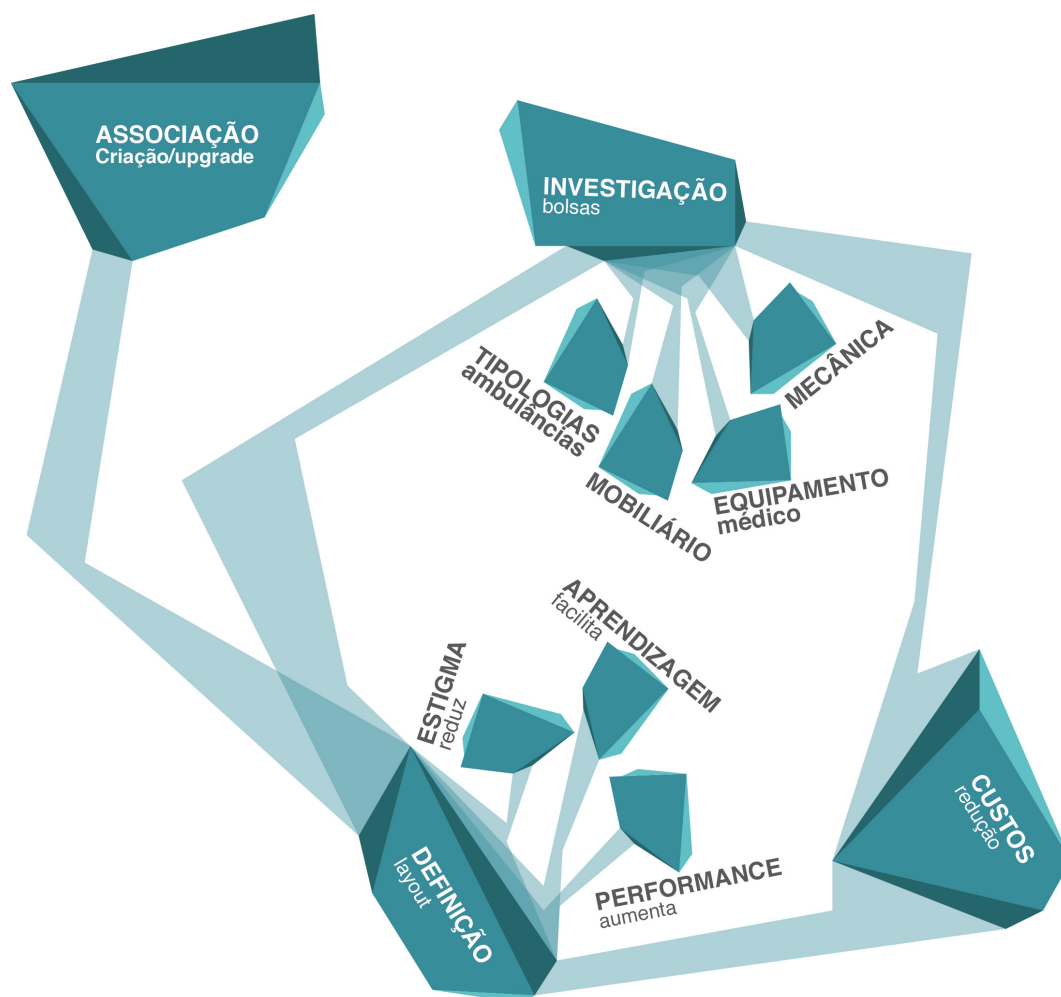


Imagem 3 Diagrama de ações de tendências viciosas em torno da standardização.

Inicialmente é obrigatório a criação de uma entidade ou ampliar dos estatutos da Associação Nacional de Transportes em Ambulâncias. Nessa associação é necessária a presença de um representante de cada um dos produtores de ambulâncias a nível nacional e também de um ou mais representantes dos técnicos de ambulâncias.

A presença obrigatória de todos estes membros tem como objetivo criar uma relação de comunicação constante entre todas as partes envolvidas de modo a que exponham todas as necessidades e se perspetive o futuro quanto ao desenvolvimento de veículos de transporte ambular.

Todos os testemunhos concedidos serão previamente tratados por uma equipa multidisciplinar, tornando-os requisitos para o design de novas ambulâncias com o intuito de definir um layout nacional.

Todas as decisões tomadas através do feedback dos stakeholders são fundamentadas em três aspetos fundamentais e têm um objetivo em comum:

- aumentar a performance dos especialistas, reduzir o estigma associado às ambulâncias e facilitar a aprendizagem por parte de especialistas; objetivo paralelo será a redução do custo de produção.

O facto de existir uma redução de custos de produção de ambulâncias, partindo do princípio que os produtores mantêm a margem de lucro, possibilita paralelamente ao Estado Português a redução de custos na aquisição das ambulâncias, originando poupança ao orçamento disponível.

Esta redução de gastos de orçamento é o ponto-chave de toda esta reflexão. Porquê e como? Através da utilização de apenas uma percentagem da margem de poupança gerada, (na redução de custos de produção e consequente preço de venda) são desenvolvidas bolsas de estudo/investigação totalmente dedicadas à melhoria das ambulâncias e do serviço por elas prestado.

Propõem-se como áreas de investigação:

Tipologias de ambulâncias

área de estudo onde são analisadas todas as tipologias de ambulâncias e desenvolvidas propostas com base nas guide-lines projetuais já apresentadas.

Mecânica

que consiste no desenvolvimento de soluções mecânicas, tal como a que foi apresentada anteriormente relativa à modularidade.

Equipamento médico que

abrange uma vasta área de investigação visto estar está relacionada com a melhoria das ferramentas de trabalho dos técnicos especialistas.

Para esta área de desenvolvimento ter sucesso, será necessário consultar os próprios produtores, e integrá-los no projeto.

Mobiliário

baseia-se no desenvolvimento de mobiliário para o interior de ambulâncias, recorrendo a novos processos de fabrico, com o objetivo de melhorar a funcionalidade, por exemplo de sistemas de abertura.

Trabalhando obrigatoriamente em simbiose com a entidade inicialmente referida, ou seja, com a associação, a bolsa de investigação permite que seja dada continuidade ao trabalho realizado e da mesma forma que é utilizado o feedback dos stakeholders para que todas as decisões tomadas sejam assertivas e fundamentadas.

A fase de aproveitamento de custos para investimento em bolsas é a fase viciosa do processo, onde os objetivos do projeto são baseados na mesma ideia:

a redução de custos, o melhoramento da performance, a minimização estigma associado, a ambientes médicos, entre outros.

Deste modo podem ser sempre criadas bolsas com o restante do orçamento, redesenhando e aperfeiçoando o sistema nacional de saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande objetivo deste documento é gerar discussão relativa à estratégia apresentada para a implementação da standardização, gerando assim decisões inovadoras e assertivas para que seja possível a sua implementação. Para que todo o conceito seja totalmente sustentado é necessário aprofundar o conhecimento sobre *CoWorking* ou outros sistemas de investigação em grupo similares. É também essencial, para o sucesso da ideia proposta, conhecer o mercado de saúde privado, saber como são compradas as ambulâncias, conhecer se os critérios de compra são os mesmos que são utilizados no sistema público, e saber ainda se existe, no mercado da saúde privada, participação do Serviço Nacional de Saúde.

REFERÊNCIAS

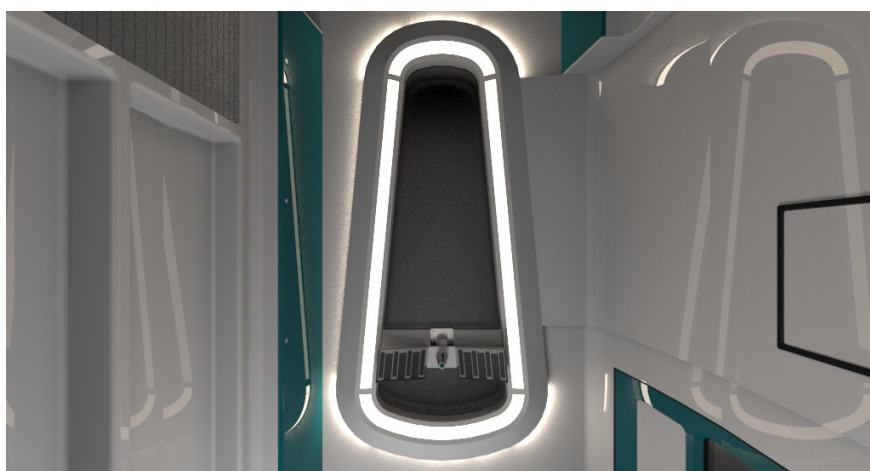
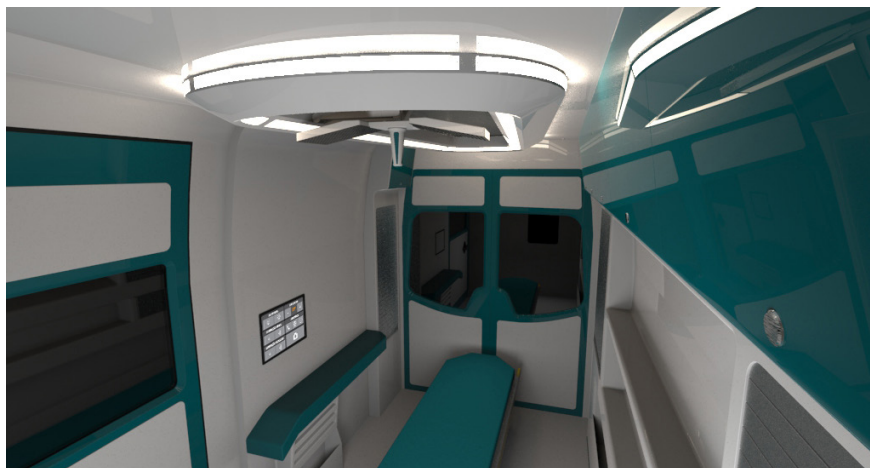
Design for patient safety: Future ambulances – Hellen Hamlyn research center Royal College of Art

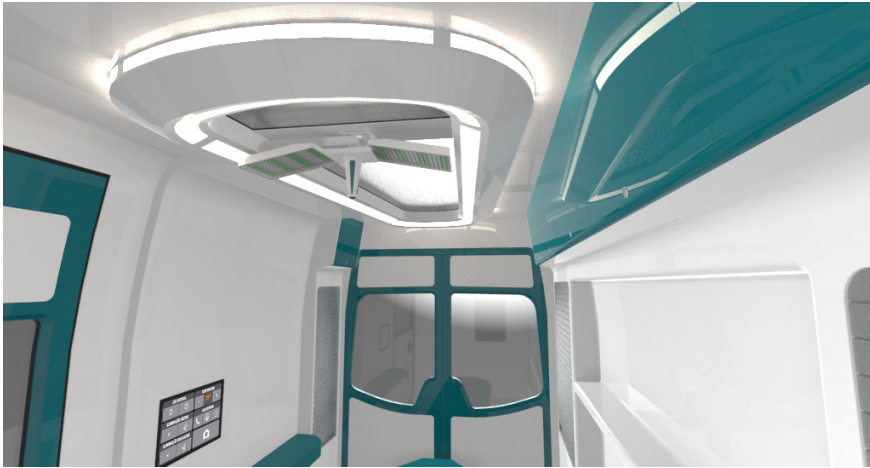
Design for patient safety – Design council 2003

Healthcare on the move, treating patients in the community: The Smart Pods Project - Hellen Hamlyn research center Royal College of Art

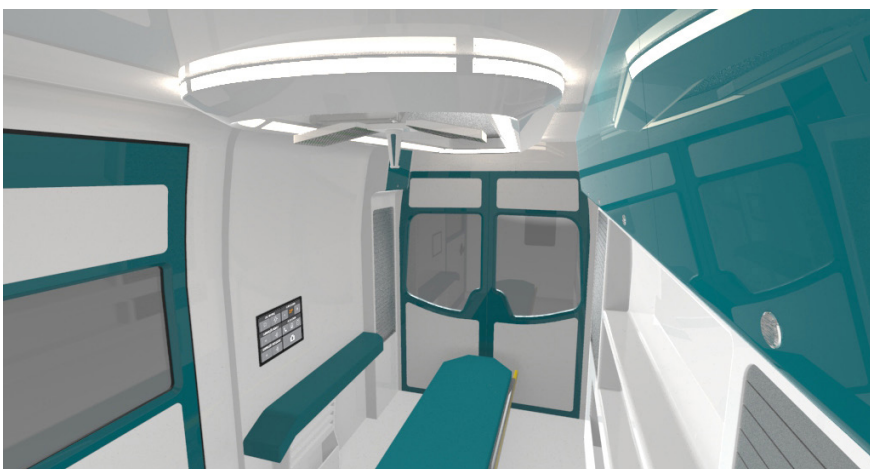
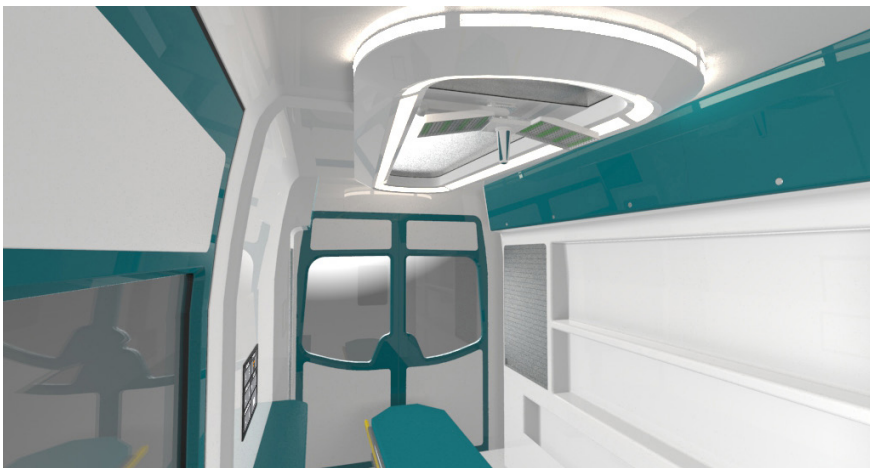
FOTORREALISMOS REALIZADOS

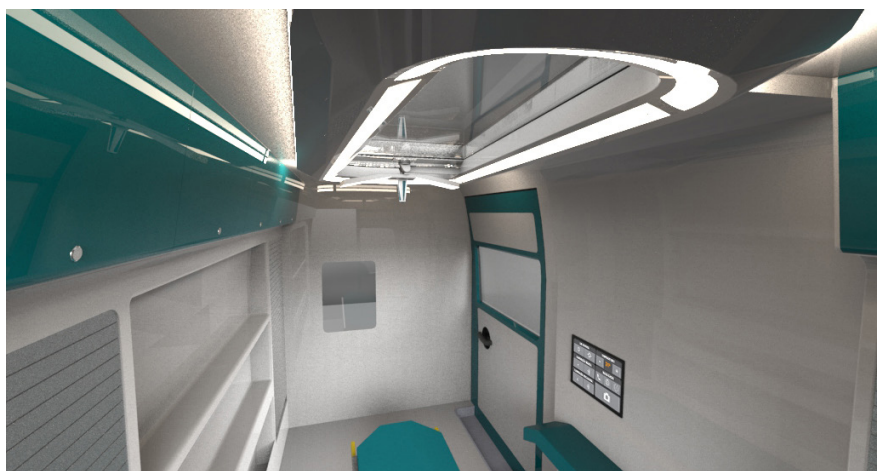
Imagens demonstrativas do teste realizado ao sistema de iluminação em situação noturna. De modo a que os teste luminoso realizados se aproximem da realidade, nestes fotorrealismos a emissão de luz do ambiente envolvente ao modelo é próximo de zero.

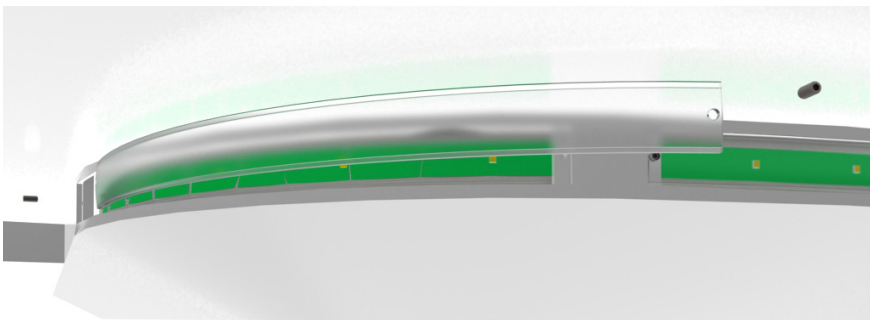
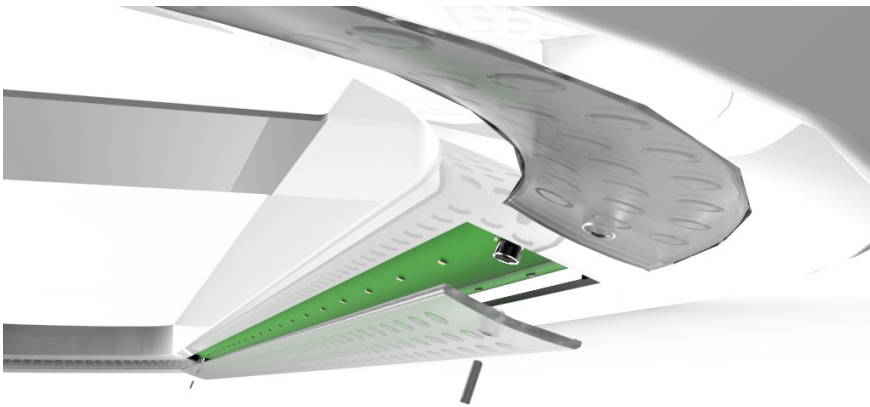
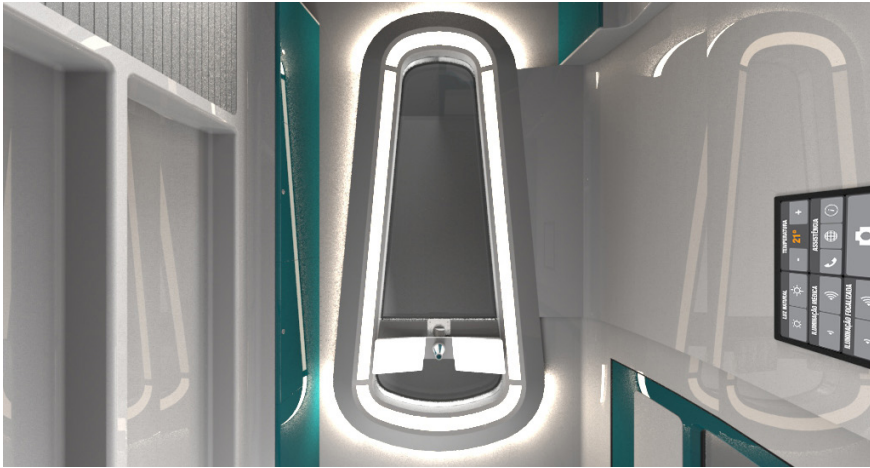




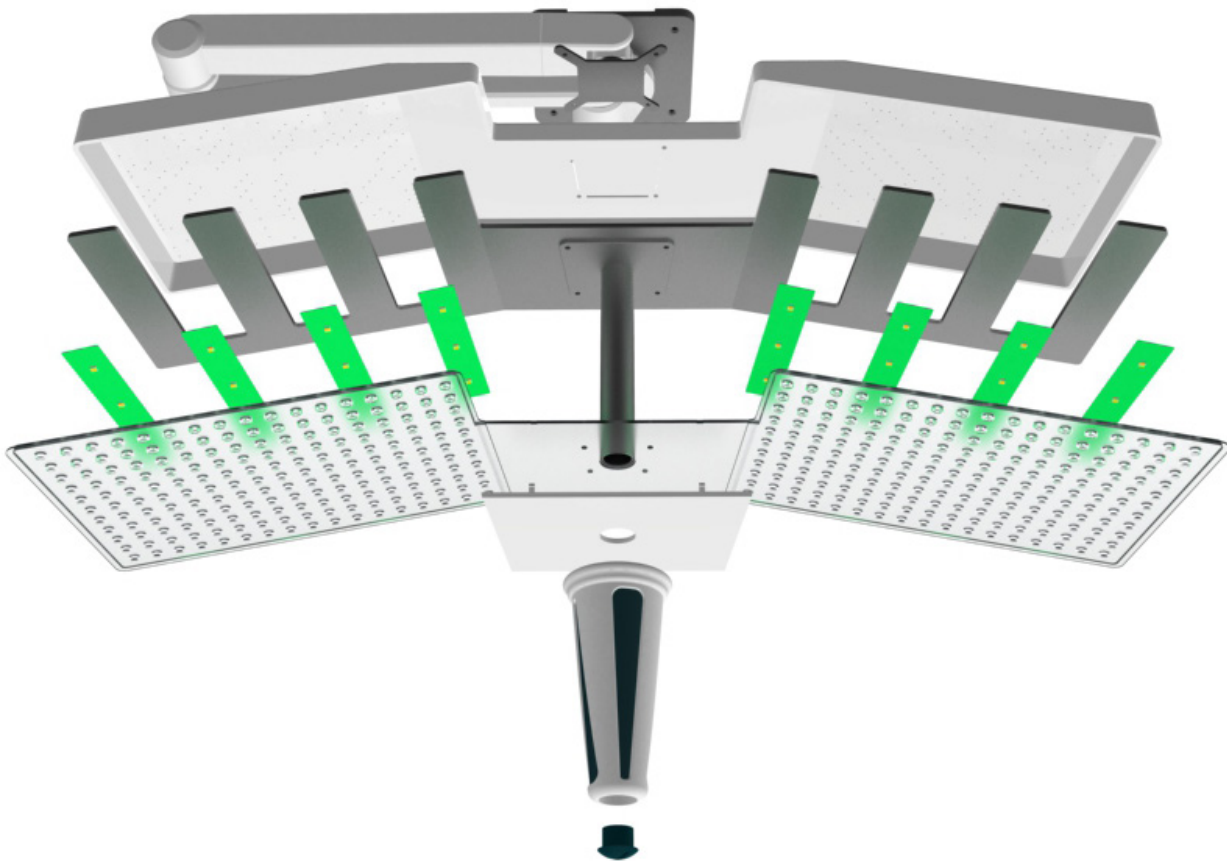
Imagens demonstrativas de testes realizados ao sistema de iluminação em situação diurna. Tal como nos teste realizados para ambiente noturno neste teste a iluminação exterior é contabilizada para simular uma situação diurna.



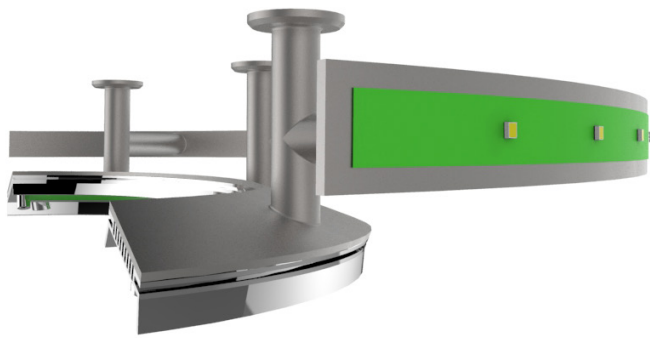




Vista detalhada com intuito de simular operações de manutenção ao sistema de iluminação. O processo é repetido para todos os módulos de iluminação e utiliza os mesmos componentes standard (parafusos).

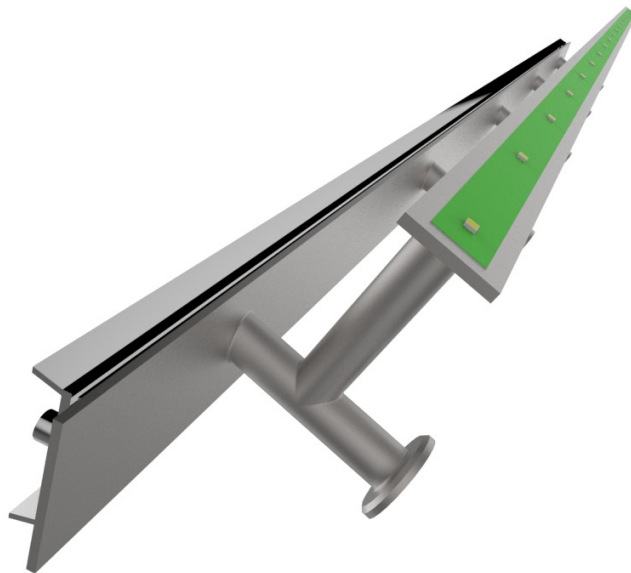
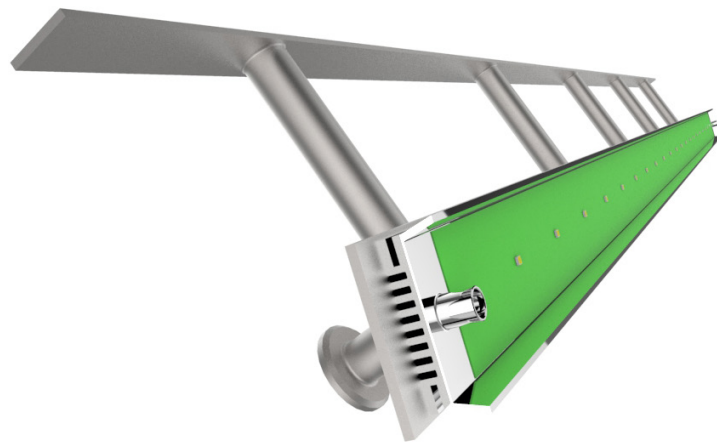


Perspectiva explodida do sistema de iluminação focalizada. Permite a análise das estruturas desenvolvidas para o interior e sequência de montagem.



Vista geral dos módulos de iluminação superior inferior e laterais desenvolvidos para o sistema de iluminação.





ÍNDICE DE IMAGENS E DE TABELAS

Todas as imagens presentes no índice são de autoria própria, excepto as marcadas a negrito que contêm a fonte de origem.

- 28 **01 Diagrama demonstrativo da composição do olho humano. fonte : <http://www.micrographia.com/tutoria/micbasic/micbpt02/micb0200/hu446gan.htm>**
- 30 02 Exemplo diagrama fotométrico.
- 31 03 Representação gráfica de tipos de reflexão em materiais.
- 32 **04 Gráficos demonstrativos da temperatura da cor - Fonte Energy start. Fonte: http://www.energystar.gov/index.cfm?c=cfls.pr_cfls_color**
- 33 05 Exemplo efeito lentes convergentes.
- 33 06 Exemplo efeito lentes côncavas.
- 42 **07 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Ambulanze Mobile, modelo Delfis. Fonte: <http://www.ambulanzmobile.eu/brand/en/>**
- 42 **08 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Ambulanze Mobile, modelo Tigis. Fonte: <http://www.ambulanzmobile.eu/brand/en/>**
- 42 **09 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Ambulanze Mobile, modelo taris. Fonte: <http://www.ambulanzmobile.eu/brand/en/>**
- 42 **10 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Somati. Fonte: <http://www.somati.be>**
- 44 **13 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Aricar. Fonte: <http://www.aricar.it/it/default.asp>**
- 44 **11 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Gifa. Fonte: <http://www.groupe-gifa.fr/groupe/web/index.php>**
- 44 **12 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela EDM Ambulanze. Fonte: <http://www.edmforli.it/default.asp?sec=1>**
- 46 **15 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Alessi & Becagli. Fonte: <http://www.alessibecagli.it>**

- 46 14 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Polar Special Car.
Fonte: <http://www.polarspecialcar.it>
- 48 17 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Profilevehicles.
Fonte: <http://www.profilevehicles.com/en/>
- 48 16 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Bollanti.
Fonte: <http://www.bollanti.it>
- 50 20 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Binz.
Fonte: <http://binz-ambulance.com>
- 50 18 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela G.G.G. Elettromeccanica, modelo Princess - 50°. Fonte: <http://www.gggele.it>
- 50 19 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela G.G.G. Elettromeccanica, modelo Ambulanze Modular. Fonte: <http://www.gggele.it>
- 52 22 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Futurvida.
Fonte: <http://www.futurvida.com>
- 52 21 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Emergência 2000.
Fonte: <http://emergencia2000.pt>
- 54 23 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Medimobil.
Fonte: <http://www.medimobil.eu>
- 54 24 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Iribus.
Fonte: <http://www.iribus.pt>
- 54 25 Grupo de imagens representativas do interior da ambulância produzida pela Auto Ribeiro.
Fonte: <http://www.autoribeiro.pt>
- 57 26 Sistema de iluminação focalizada para mercado médico-dentário apresentada pela Anthos.
Fonte: <http://www.anthos.com/it/prodotti>
- 58 27 Workstation para mercado médico-dentário apresentada pela Vitali. Fonte: http://www.vitali.com/eng/t5_evo.asp
- 58 28 CENTRO: support system vencedor de um red dot award de product design em 2004 pelas suas principais características. Fonte: <http://www.kavo.com/Products/Dental-Instruments/Microdentistry/CENTRO-Support-System.aspx>
- 59 29 AIM-200 OR. Fonte: <http://www.burtonmedical.com>
- 59 30 APEX. Fonte: <http://www.burtonmedical.com>
- 59 32 AIM LED. Fonte: <http://www.burtonmedical.com>
- 59 33 AIM-100 Surgery Light.
Fonte: <http://www.burtonmedical.com>

- 59 **34 Outpatient® II Surgery Light. Fonte: <http://www.burtonmedical.com>**
- 59 **31 AIM-100. Fonte: <http://www.burtonmedical.com>**
- 64 **35 Excerto caso de estudo analisado - Good Design can deliver products and services that are intuitive, simple to understand and use, and consequently less likely do lead to accidents. Fonte: Caso de estudo.**
- 66 **36 Grupo de imagens de alguns conceitos realizado no âmbito do caso de estudo - HEALTHCARE ON THE MOVE treating patients in the community: the smart pods project. Fonte: Caso de estudo.**
- 68 **37 Grupo de imagens de alguns conceitos realizado no âmbito do caso de estudo - DESIGN FOR PATIENT SAFETY Future ambulances. Fonte: Caso de estudo**
- 74 **38 Mercedes Benz – Sprinter Medium High Roof, fonte: <http://www.sprintermercedesbenz.ca/new-inventory/index.htm#> .**
- 76 43 Libertar acessos, facilitando mobilidade e utilização.
- 76 39 Utilizar raios mínimos
- 76 41 Garantir a arrumação superior
- 76 44 Melhorar estética e funcionalmente o sistema de iluminação.
- 76 40 Eliminar contacto entre paciente e material médico-hospitalar.
- 76 42 Reduzir o peso total da ambulância.
- 76 45 Melhorar área de circulação
- 82 **46 Ambulanze Mobile, modelo Delfis: Fonte: <http://www.ambulanzmobile.eu/brand/en/>**
- 82 **47 Ambulanze mobile, modelo Tigis. Fonte: <http://www.ambulanzmobile.eu/brand/en/>**
- 82 **48 Ambulância Arricar. Fonte: <http://www.aricar.it/it/default.asp>**
- 84 49 Gráfico de autoria própria representativo das áreas e sub áreas para o desenvolvimento de conceitos.
- 85 50 Conjunto de conceitos desenvolvidos para conceptualização da entrada de luz natural e modulo de iluminação médica central.
- 86 51 Estudo de possíveis perfis para modulo de iluminação e estudo de localização de pontos emissores de fluxo luminoso.
- 87 52 Conceptualização do método de substituição de componentes.
- 87 53 Conceptualização do sistema de iluminação focalizada.
- 87 54 Conceito realizado para módulo de iluminação médica central.
- 88 55 Esquema representativo da arquitetura geral do conceito desenvolvido.
- 90 56 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 90 57 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)

- 91 58 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 91 59 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 92 60 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 92 61 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 93 62 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 93 63 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação diurna + iluminação focalizada. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 94 64 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação Noturna. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 94 65 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação Noturna. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 95 66 Renderização fotorrealista da integração do sistema de iluminação desenvolvido no interior de uma ambulância. Simulação Noturna. (Gregório Rodrigues, 2013)
- 96 67 Vista geral módulo de iluminação lateral
- 96 68 Sequência de montagem de estrutura tubular do modulo de iluminação lateral.
- 96 69 Fases de processamento do dissipador do módulo de iluminação lateral + vista geral.
- 97 70 Vista geral módulo de iluminação superior.
- 97 71 Sequência de montagem de estrutura tubular do modulo de iluminação superior.
- 98 72 Vistas de detalhes do dissipador do módulo de iluminação superior
- 99 74 Vista detalhada: cortes para emissão de fluxo luminoso.
- 99 75 Vista detalhada: zona de furação para fixação.
- 99 73 Vista geral carnagem para sistema de iluminação.
- 100 76 Vista detalhada: zona de aumento de secção.
- 100 77 Vista detalhada: zona de furação e aumento de secção.
- 101 78 Perspetiva explodida sistema de iluminação focalizada.
- 101 79 Vistas gerais carnagem do sistema de iluminação focalizada.

- 102 80 Lente iluminação focalizada.
- 102 81 Vista geral estrutura metálica - sistema de iluminação focalizada.
- 102 82 Vista detalhada estrutura metálica - sistema de iluminação focalizada.
- 103 84 Vista gera da estrutura metálica desenhada para entrada de luz natural. Imagem representa estrutura para entrada de luz natural menor.
- 103 85 Vista gera da estrutura metálica desenhada para entrada de luz natural. Imagem representa estrutura para entrada de luz natural maior.
- 103 83 Vista geral corte no tejadilho.
- 104 **86 Exemplo dissipador ativo. Fonte: <http://www.qualitech.info/produto/14345/cooler-intel-lga-775-multilaser/>**
- 104 **87 Exemplo dissipador passivo. Fonte: http://www.fjmsoft.com.br/ecommerce_site/produto_7183_9175_Dissipador-passivo-para-Super-LEDs-de-10w-20w-90x30mm**
- 105 88 Gráfico utilizado para representação da seleção de materiais – vista geral de polímeros possíveis.
- 106 89 Polímeros que passam nos filtros estão representados com a cor azul. O gráfico relaciona preço por quilograma com densidade.
- 106 90 Resultado final após aplicação de todos os filtros. O polímero selecionado é o Polipropileno devido ao preço por quilograma.
- 107 92 Resultado final após aplicação de todos os filtros. O metal selecionado é o aço inoxidável devido ao preço por quilograma.
- 107 91 Gráfico utilizado para representação da seleção de materiais – vista geral de metais possíveis.
- 108 94 Esquema ilustrativo do teste mecanico realizado na estrutura de suporte lateral.
- 108 93 Vista geral da estrutura de suporte lateral.
- 109 95 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte lateral - deformação.
- 109 96 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte lateral - tensões máximas acumuladas.
- 110 98 Esquema ilustrativo do teste mecanico realizado na estrutura de suporte inferior.
- 110 97 Vista geral da estrutura de suporte inferior.
- 111 99 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte inferior - deformação.

- 111 100 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte inferior - tensões máximas acumuladas.
- 112 102 Esquema ilustrativo do teste mecânico realizado na estrutura de suporte superior.
- 112 101 Vista geral da estrutura de suporte superior.
- 113 103 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte superior - deformação.
- 113 104 Resultado gráfico do teste de esforço realizado para a estrutura de suporte superior - tensões máximas acumuladas.
- 116 105 Sombras geradas através da utilização de 5 XLamp MX-6 LEDs com um espaçamento de 88,9 mm.
- 116 107 Doze XLamp ML-E com espaçamento igual entre eles reduz o impacto da sombra.
- 116 106 Mesma configuração LED (imagem 105) com uma redução do espaçamento entre fonte emissora e difusor.
- 116 108 108 A utilização de um difusor a menor distância da fonte emissora dissipa o efeito de múltiplas sombras gerado na imagem 107.
- 117 109 Grupo de imagens representativas do Magic Sky Control.
- 118 110 Vidro com impulso elétrico permite a passagem de luz.
- 118 112 Vidro sem impulso elétrico organiza aleatoriamente as partículas do vidro.
- 118 111 Vidro com impulso elétrico bloqueia raios ultravioleta e raios infravermelhos.
- 118 113 Vidro sem impulso elétrico apesar de escurecido permite a passagem de luz.
- 119 **115 Sugestão para conceito do centro de controlo desenvolvida através da utilização de um tablet.**
Fonte: <http://www.businessweek.com/articles/2012-04-10/why-a-13-inch-tablet-is-a-big-risky-bet-for-toshiba>
- 119 **114 Carregador para macbooks Apple. Fonte: <http://dashmade.com/ebay/vchoice/pictures/a1184L1.jpg>**
- 125 116 Diagrama de ações de tendências viciadas em torno da standardização.

