



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

A Camuflagem Térmica no Design de Moda Conceptual

Catarina Sofia Rego Pimenta

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Design de Moda
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof.^a Doutora Maria José Geraudes
Co-orientador: Prof. Doutor Luís Pires

Covilhã, Outubro de 2013

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os que criam no impossível
uma possibilidade.

Agradecimentos

Esta dissertação não seria possível sem o apoio de algumas pessoas que se disponibilizaram para transmitir os seus conhecimentos e experiências de modo a que conseguisse terminar esta etapa com sucesso.

Agradeço à Professora Doutora Maria José Geraldês pela sua orientação, pelas suas opiniões e sugestões bastante pertinentes e essenciais para esta dissertação, tal como a sua total disponibilidade, ajuda e apoio demonstrados durante a execução da mesma.

Agradeço também ao Professor Doutor Luís Pires pela sua co-orientação neste trabalho, tal como suas opiniões e sugestões essenciais para todo o processo experimental do projeto no Laboratório de Termodinâmica Aplicada e Transmissão de Calor do Departamento de Engenharia Electromecânica, e pela sua disponibilidade perante o mesmo.

Agradeço à minha mãe, ao meu pai e à minha irmã por todo o apoio, força e carinho que me deram durante todo este percurso. Também à minha avó Maria, “mestre” da costura, pela sua ajuda e transmissão de conhecimentos, que só se aprendem com o tempo, na confeção deste protótipo e coordenado complexo.

Agradeço aos meus amigos e colegas por todo o apoio e palavras de incentivo para que este trabalho fosse concretizado, agradecendo em especial ao Marco Trigo por todo o seu apoio, carinho e paciência que transmitiu nesta minha etapa.

Agradeço à Bruna Monteiro pelo profissionalismo que demonstrou como modelo nos ensaios térmicos e nas fotografias de produção de moda, assim como ao fotógrafo Manuel Teles, também pelo seu profissionalismo demonstrado na fase de produção fotográfica.

Agradeço à empresa LMA (Santo Tirso) e ao Dr. Manuel Barros, pela disponibilidade e pelo fornecimento das amostras e da maior parte das estruturas utilizadas neste projeto e coordenado final.

Agradeço à Universidade da Beira Interior, mais concretamente ao Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis e ao Departamento de Engenharia de Electromecânica, pela disponibilização de equipamentos e técnicos que se prestaram disponíveis para o desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço à Universidade do Minho e ao Professor Doutor Raúl Figueiro pela disponibilidade de materiais e conhecimentos para a realização do projeto.

Finalmente, agradeço ao Regimento de Cavalaria N°6, em Braga, pela colaboração neste trabalho.

A todos o meu muito obrigada.

Resumo

Pretendeu-se com esta dissertação efetuar uma abordagem mais conceptual do design de moda, tal como evidenciar o papel do designer com a tecnologia no mundo da moda e, ainda como este se manifesta na contemporaneidade.

Assim, o objetivo desta dissertação remete para a investigação da temática da camuflagem térmica na área têxtil e do design de moda.

Como tal, procurou-se neste trabalho desenvolver um coordenado com propriedades de camuflagem térmica, com base em materiais e estruturas têxteis que apresentassem as necessárias propriedades, estudando o seu desempenho térmico, verificando o comportamento da temperatura e da assinatura térmica do indivíduo, relacionando-se o corpo, o material têxtil e o meio ambiente. Com este tipo de vestuário procura-se obter a camuflagem do indivíduo às câmaras termográficas, facilitando por exemplo as missões dos militares em combate.

Por outro lado, pretendeu-se igualmente a criação de imagens, de padrões e de ilusões térmicas através da investigação da utilização de materiais têxteis com desempenhos térmicos diferenciados, proporcionando contrastes na câmara termográfica. Para tal, utilizaram-se materiais têxteis selecionados em função do seu comportamento em termos de isolamento térmico e emissividade, tendo os mesmos sido analisados em laboratório com a utilização de uma placa térmica e câmara térmica. Posteriormente, selecionaram-se estruturas de malha para execução final do protótipo dos padrões e do coordenado final, sendo estes testados em laboratório. Os padrões foram previamente testados na placa térmica com os tecidos finais e o coordenado final foi testado na modelo, retirando-se imagens térmicas do mesmo e finalizando-se com uma sessão fotográfica.

Com a execução deste coordenado final foi possível evidenciar aspetos que interferem com a imagem térmica do corpo humano, como a emissividade, a espessura, a composição do material e o contacto térmico entre o vestuário e o corpo.

Palavras-chave

Design de Moda; Design Conceptual; Camuflagem Térmica; Termografia; Materiais Têxteis; Tecnologia no Design.

Abstract

It was intended, with this dissertation, to make a more conceptual approach of fashion design, such as highlighting the role of the designer with technology in the world of fashion and even how this manifests in contemporary times.

Therefore, the objective of this dissertation refers to the scientific investigation of a thermal camouflage theme in the textile and fashion design.

However, this study sought to develop a look with camouflage thermal properties, based on materials and textile structures to submit the necessary properties, studying the thermal performance by checking the behavior of the temperature and the thermal signature of the individual, relating the body, the textile material and the environment. With this type of clothing the purpose is to obtain camouflage to the individual for the thermal imagers, including facilitating the military missions in combat.

On the other hand, the target is also creating images, patterns and thermal illusions by investigating the use of textile materials with different thermal performances, providing contrasts in the thermal imager. For such, the textile materials used are selected according to its behavior in terms of thermal emissivity and, having been analyzed in the same laboratory with the use of a thermal plate and a thermal camera. Subsequently, mesh structures were selected for the final execution of the prototype patterns and the look, these being tested in the laboratory. The patterns have been previously tested in the thermal plate with the final fabrics and final look on the model, gathering thermal images of it and ending up with a photo shoot.

With the execution of this final look it was possible to evidence aspects that interfere with the thermal image of the human body, such as emissivity, thickness, material composition and thermal contact between the garment and the body.

Keywords

Fashion Design, Conceptual Design, Thermal Camouflage; Thermography; Textile Materials; Technology in Design.

Índice

Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xvii
Lista de Acrónimos	xix
1. Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Enquadramento teórico	1
1.2. Objetivo geral	2
1.2.1. Objetivos específicos	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura da dissertação	3
2. Capítulo 2 - Camuflagem	5
2.1. Introdução	5
2.2. A interligação entre corpo humano, vestuário e meio ambiente	7
2.3. A camuflagem: do visível ao invisível	7
2.3.1. O olho humano	7
2.3.2. “Assinatura” corporal do indivíduo	8
2.3.3. Comprimentos de onda visíveis	9
2.3.4. “Visual decoys”	14
2.3.5. Infravermelho próximo	15
2.3.6. Camuflagem térmica	15
2.3.6.1. Termografia	20
2.3.6.2. Produção e perda de calor	22
2.3.6.3. Isolamento térmico	23
2.3.6.4. Conforto térmico	24
2.3.6.5. Manequim térmico	25
2.3.7. Detecção de imagem	25
2.4. O caminho rumo à invisibilidade	26
3. Capítulo 3 - Materiais têxteis	29
3.1. A evolução dos materiais têxteis	29
3.2. O papel da tecnologia na inovação dos materiais têxteis	30
3.3. Materiais têxteis para vestuário de proteção	32
3.3.1. Materiais têxteis para vestuário militar	33
3.3.1.1. Materiais impermeáveis	34
3.3.1.2. Materiais retardadores de chama	35
3.3.1.3. Materiais de proteção balística	36
3.3.1.4. Materiais de proteção química e biológica	37
4. Capítulo 4 - Design de Moda	39

4.1. A abrangência do termo Design	39
4.2. O design de moda e a evolução tecnológica	40
4.3. O design de camuflagem	46
5. Capítulo 5 - Desenvolvimento experimental do projeto	49
5.1. Pesquisa efetuada no âmbito do desenvolvimento experimental do projeto	49
5.2. Estudo experimental	49
5.2.1. Materiais têxteis/estruturas estudados	50
5.2.2. Ensaio térmico para seleção dos materiais têxteis/estruturas a utilizar no protótipo	52
5.2.3. Comportamento térmico dos tecidos selecionados para o protótipo	56
5.2.4. Comportamento térmico dos padrões selecionados para o protótipo	62
5.2.5. Comportamento térmico do coordenado na modelo	65
6. Capítulo 6 - Execução do protótipo/coordenado	69
6.1. Conceptualização do protótipo/coordenado	69
6.1.1. Painel de ambiente	70
6.1.2. Painel de cores	71
6.1.3. Desenho do coordenado	71
6.1.4. Seleção das estruturas têxteis	73
6.2. Execução do protótipo e coordenado final	73
6.3. Produção fotográfica em estúdio do coordenado final	75
6.4. Produção fotográfica no exterior com o coordenado final	77
7. Capítulo 7 - Conclusão	79
7.1 Conclusões	79
7.2 Desenvolvimentos futuros	80
Bibliografia	81
Webgrafia	83
Anexo I	89
Anexo II	99

Lista de Figuras

Figura 1 – Espectro electromagnético.	8
Figura 2 – Camuflagem militar.	9
Figura 3 – Comportamento do pinguim.	10
Figura 4 – Comportamento do camaleão.	10
Figura 5 – Comportamento do leão.	11
Figura 6 – Padrão British DPM.	12
Figura 7 – Padrão Rhodesian.	12
Figura 8 – a) Padrão MARPAT; b) Padrão CADPAT™(TM); c) Padrão ACU.	12
Figura 9 – SAMS Cryptic™.	13
Figura 10 – SAMS Warning™.	13
Figura 11 – a) Chamariz visual militar; b) Chamariz visual militar insuflável	14
Figura 12 – Tecido GHOST®.	18
Figura 13 – Redes de camuflagem SPECTRALFLAGE®.	18
Figura 14 – Comportamento da rede de camuflagem SPECTRALFLAGE®.	18
Figura 15 – ADAPTIV controlo de “assinatura”.	19
Figura 16 – Tanque com tecnologia ADAPTIV.	19
Figura 17 – “Anti-Drone” Scarf.	19
Figura 18 – “Anti-Drone” Hoodle.	19
Figura 19 – “Anti-Drone” Burqa.	20
Figura 20 – “Anti-Drone” Drone T.	20
Figura 21 – a) Aerogel; b) “Aerogel Design System”.	24
Figura 22 – Tecido Morphotex.	31
Figura 23 – Comportamento do GORE-TEX® .	35
Figura 24 – a) Nomex®; b) Manequim térmico “Thermo-Man”.	36
Figura 25 – a) Kevlar®; b) Armadura corporal militar.	37
Figura 26 – Tyvek®.	37
Figura 27 – “PreCool Vest”, Nike.	42
Figura 28 – “A-POC”, Issey Miyake.	43
Figura 29 – “One Hundred and Eleven”, Hussein Chalayan.	43
Figura 30 – a) “Spray-on dress”, Manel Torres; b) “Spray-on dress”, Manel Torres.	43
Figura 31 – a) “MP3 player jacket”, Infineon Technologies; b) “Body as battery”, Infineon Technologies.	44
Figura 32 – a) “Airborne” Hussein Chalayan; b) Alexander McQueen.	45
Figura 33 – a) “The Difference is Clear”, Dazed & Confused; b) Victor & Rolf.	46
Figura 34 – “Transparent coat”, Susumu Tachi.	46
Figura 35 – a) Fonte de tensão variável; b) Termopar de contato; c) Câmara de	50

termografia.	
Figura 36 – a) Fotografia local do ensaio; b) Esquema da placa térmica com as referências dos tecidos.	53
Figura 37 – a) Imagem térmica global; b) Imagem térmica Ref. ^a M2; c) Imagem térmica Ref. ^a M7.	53
Figura 38 – Fotografia do ensaio no local.	54
Figura 39 – Representação esquemática da placa térmica relativo ao segundo e terceiro ensaios térmicos.	54
Figura 40 – a) Imagem térmica dos fios; b) Imagem térmica dos tecidos mais convencionais; c) Imagem térmica com foco nas Ref. ^a M2 e Ref. ^a M9.	55
Figura 41 – Fotografia do ensaio no local.	56
Figura 42 – a) Imagem térmica com foco nos fios; b) Imagem térmica com foco nos tecidos mais convencionais; c) Imagem térmica da Ref. ^a M2 e Ref. ^a M9.	56
Figura 43 – a) Fotografia do ensaio no local.	57
Figura 44 – Representação esquemática da placa térmica relativo ao quarto ensaio térmico.	57
Figura 45 – a) Imagem térmica do painel B; b) Imagem térmica do painel A; c) Imagem térmica da ref. ^a M24.	58
Figura 46 – a) Imagem térmica da camada 3 no painel A; b) Imagem térmica da camada 3 no painel B; c) Imagem térmica da camada 7 no painel A; d) Imagem térmica da camada 7 no painel B.	58
Figura 47 – a) Fotografia do ensaio no local.	58
Figura 48 – Esquema da placa térmica relativo ao ensaio térmico.	59
Figura 49 – a) Imagem térmica da junção do tecido 1 no painel A; b) Imagem térmica da junção do tecido 2 no painel B.	59
Figura 50 – a) Fotografia do ensaio no local.	60
Figura 51 – a) Imagem térmica da junção do tecido 2 no painel A; b) Imagem térmica da junção do tecido 1 no painel B; c) Imagem térmica das camadas 7 e 10 na junção do tecido 1 no painel B.	60
Figura 52 – Fotografia global da placa térmica.	61
Figura 53 – Representação esquemática da placa térmica relativo ao ensaio sobre a importância da emissividade e das costuras.	61
Figura 54 – a) Imagem térmica do tecido 7 com ref. ^a M9; b) Imagem térmica do tecido 7 com ref. ^a M9 e M17; c) Imagem térmica da ref. ^a M23.	62
Figura 55 – Imagem térmica relativa ao comportamento das costuras.	62
Figura 56 – Fotografia global da placa térmica.	63
Figura 57 – Esquema da placa térmica relativo ao ensaio dos padrões.	63
Figura 58 – Esquema com as medidas do padrão 1.	63
Figura 59 – Representação esquemática com a estrutura das camadas do padrão 1.	64
Figura 60 – a) Fotografia do padrão 1 com Ref. ^a M5 para cima; b) Fotografia do	64

padrão 1 com Ref.ªM15 para cima; c) Fotografia do Padrão 2.	
Figura 61 – a) Imagem térmica do padrão 1 com Ref.ªM5 para cima; b) Imagem térmica do padrão 1 com Ref.ªM15 para cima.	64
Figura 62 – a) Imagem térmica do padrão 2; b) Imagem térmica mais focada no padrão 2.	65
Figura 63 – a) Fotografia do coordenado na modelo no local, visualizado de frente; b) Imagem térmica do coordenado colorida; c) Imagem térmica do coordenado a preto e branco.	66
Figura 64 – a) Fotografia do coordenado na modelo no local, focando-se os padrões de perfil; b) Imagem térmica do coordenado colorida; c) Imagem térmica do coordenado a preto e branco.	66
Figura 65 – a) Fotografia do coordenado na modelo no local, visualizado de costas; b) Imagem térmica do coordenado colorida; c) Imagem térmica do coordenado a preto e branco.	66
Figura 66 – a) Imagem térmica da frente do coordenado; b) Imagem térmica do padrão 1 nas frentes; c) Imagem térmica do padrão 1 nas costas.	67
Figura 67 – a) Imagem térmica do padrão 2 em ambos os braços; b) Imagem térmica do padrão 2 na lateral; c) Imagem térmica com do padrão 2.	67
Figura 68 – a) Imagem térmica de perfil da gola; b) Imagem térmica da gola; c) Imagem térmica da gola nas costas.	67
Figura 69 – a) Imagem térmica de frente a preto e branco; b) Imagem térmica dos padrões nas frentes; c) Imagem térmica de perfil.	68
Figura 70 – a) Imagem térmica do padrão 2; b) Imagem térmica do padrão 1 nas costas; c) Imagem térmica das costas.	68
Figura 71 – a) Imagem térmica de costas com os braços abertos; b) Imagem térmica de costas com os braços fechados.	68
Figura 72 – Esquema do processo desenvolvido no projeto.	69
Figura 73 – Painel de ambiente com imagens do www.nationalgeographic.com .	70
Figura 74 – Representação das cores escolhidas com as respectivas referências.	71
Figura 75 – Sequência conceptual do desenho do coordenado.	72
Figura 76 – Ilustração do coordenado final.	72
Figura 77 – Estruturas de malhas selecionadas e respectivas referências.	73
Figura 78 – Execução do protótipo.	73
Figura 79 – Fotografias da experimentação do protótipo.	74
Figura 80 – Fotografias da execução do coordenado final.	74
Figura 81 – a) Fotografia do coordenado final de frente; b) Fotografia do coordenado final de costas.	75
Figura 82 – a) Fotografia do coordenado final de perfil; b) Fotografia do coordenado final com braços abertos.	75
Figura 83 – a) Fotografia de pormenor do coordenado final; b) Fotografia de	76

pormenor do coordenado final de frente; c) Fotografia de pormenor do coordenado final de costas.	
Figura 84 – a) Fotografia de pormenor da gola de perfil; b) Fotografia de pormenor da gola de frente.	76
Figura 85 – a) Fotografia do coordenado com fundo na natureza; b) Fotografia do coordenado com fundo a evidenciar o tronco.	77
Figura 86 – a) Fotografia do coordenado com fundo a evidenciar o tronco; b) Fotografia do coordenado com fundo na natureza.	77
Figura 87 – a) Fotografia com pormenor do coordenado em fundo urbano; b) Fotografia do coordenado em fundo urbano.	78
Figura 88 – Fotografias do coordenado num fundo urbano.	78
Figura 89 – Croqui ilustrado.	89
Figura 90 – Técnico ilustrado P1.	90
Figura 91 – Ficha técnica da peça P1.	91
Figura 92 – Ficha técnica da peça P1.	92
Figura 93 – Ficha técnica da peça P1.	93
Figura 94 – Ficha técnica da peça P1.	94
Figura 95 – Técnico ilustrado P2.	95
Figura 96 – Ficha técnica da peça P2.	96
Figura 97 – Ficha técnica da peça P2.	97
Figura 98 – Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias.	99
Figura 99 – Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias.	100
Figura 100 – Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias.	101

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Materiais têxteis utilizados nos ensaios térmicos.

50

Lista de Acrónimos

E	Poder emissivo de um corpo, à temperatura T , em todos os comprimentos de onda [W/m^2]
E_b	Poder emissivo de um corpo negro, à temperatura T , em todos os comprimentos de onda [W/m^2]
$E_{\lambda,b}$	Poder emissivo de um corpo negro, à temperatura T , no comprimento de onda λ [$\text{W}/\text{m}^2\mu\text{m}$]
h	Constante de Planck
k	Constante de Boltzmann
T	Temperatura [K]
α	Absorvidade da superfície
ε	Emissividade ($0 < \varepsilon < 1$)
λ	Comprimento de onda [μm]
λ_{max}	Comprimento de onda para o qual o poder emissivo, em determinada temperatura, é máximo [μm]
ρ	Reflectividade da superfície
σ	Constante de Stefan – Boltzmann
t	Transmissividade da superfície

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento do trabalho

O tema camuflagem térmica não é propriamente uma preocupação recente, pois há já algumas décadas que este tipo de camuflagem preocupa vários cientistas de modo a atingir-se a invisibilidade, acrescentando-se também a camuflagem ótica pois, nos dias de hoje, o que poderia ser ficção apresenta-se já bastante perto da realidade. O soldado atual sonha com uma camuflagem em todos os comprimentos de onda e ambientes, pois: *“A observação na região visual, quer a olho nu, ou por fotografia, continua a ser o meio principal de vigilância militar e de aquisição de alvos. No entanto, os dispositivos de vigilância do campo de batalha modernos podem operar em uma ou mais bandas de frequência do espectro eletromagnético, incluindo o ultravioleta (UV), infravermelho próximo (NIR), infravermelho distante (FIR), e bandas de radar milimétricas ou centimétricas.”* (Horrocks & Anand, 2000, p.439).

Neste contexto, o mundo contemporâneo desenvolve-se com grande velocidade devido à evolução na área da tecnologia, onde a integração da nanotecnologia possibilita os estudos do impossível, da invisibilidade.

Desta forma, verifica-se na área do design e do designer de moda uma adaptação a esta vertente tecnológica, tornando-se uma área multidisciplinar, onde o designer não trabalha sozinho mas em equipa. Assim, a área têxtil, muito particularmente a dos materiais têxteis, revela-se extremamente desenvolvida, permitindo que os projetos dos designers se adaptem a novas necessidades do consumidor, principalmente na área da proteção, da saúde, do desporto e do bem-estar, onde as fibras de alto desempenho já são possíveis de manusear nas lojas de artigos de moda. Além disso, o consumidor atual evidencia preocupações sociais e ambientais que não devem ser esquecidas perante os designers de moda, assim como perante toda a indústria têxtil que o envolve. Deste modo, a incorporação da tecnologia permite, não só melhorar a vida do consumidor, como motiva os designers de moda a novos conceitos no projeto conceptual de design, sendo estes cada vez mais ambiciosos e de difícil execução. Esta dissertação é um exemplo disso, pois a camuflagem térmica depende de vários factores que não são fáceis de controlar na conceção da peça de vestuário, tendo o designer de moda necessidade de fazer, neste caso, a interligação com a termografia.

Na verdade, o mundo contemporâneo e respetivo consumidor estão envolvidos numa era de mudança constante onde o papel do designer e da tecnologia está cada vez mais inerente, permitindo novas visões, inspirações, conceitos e projetos/produtos que se aliam à ciência de modo a levar o consumidor a outras experiências.

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral desta dissertação remete para a execução de um coordenado, inspirado na camuflagem térmica, que permita a invisibilidade térmica ou a tentativa de controlo das tonalidades térmicas, de modo a que o indivíduo se torne o menos visível possível perante uma câmara térmica. Porém, verificou-se que para a obtenção da invisibilidade térmica, o percurso era demasiado ambicioso ou mesmo impossível, pois esta depende de vários fatores, que irão evidenciar-se ao longo da dissertação. Assim, acrescentou-se outro objetivo fulcral e que sustenta toda a dissertação, incidindo-se na criação de padrões e ilusões térmicas num coordenado quando este entra em contacto com o corpo do indivíduo procurando-se, além dos aspetos estéticos que todo o processo de conceptualização e criação de uma peça de vestuário envolve, a capacidade de que ocorra a camuflagem do mesmo perante uma vasta gama de ambientes, com texturas e formas diferenciadas, juntamente com um fator de proteção térmica, o que poderia auxiliar um militar no campo de batalha. Além disso, pretende-se a criação de uma nova visão no campo do design de moda conceptual de modo a transmitir a mensagem de que tudo o que pode parecer impossível, ou de inesperada conjugação, pode-se revelar uma surpresa interessante em termos do design de uma peça de vestuário e de como esta pode ser visualizada, podendo-se alargar a visão da mesma para além do espectro visível, neste caso para a visão térmica, acrescentando-se ao design de moda e a todos aqueles que se identificam com a área, conhecimento e uma nova perspetiva de conceptualização, provando que a interdisciplinaridade se torna crucial para qualquer projeto de design, não havendo limites entre elas. Este trabalho ilustra bem isso, dada a pretensão de se englobar o design de moda e a termografia.

1.2.1 Objetivos específicos

Para se atingir o objetivo geral deste trabalho definido anteriormente, há todo um conjunto de aspetos a estudar e ensaiar, que podem ser considerados como objetivos específicos do mesmo.

Assim, como objetivos específicos desta dissertação apresentam-se os seguintes:

- Exploração do conceito da camuflagem térmica na área do design de moda e de como este pode ser aplicado numa peça de vestuário;
- Verificação dos comportamentos térmicos e tonalidades térmicas de alguns materiais têxteis através da termografia;

- Análise do comportamento dos materiais têxteis face à sua emissividade e à sua espessura, através de uma câmara térmica para execução de padrões térmicos;
- Determinação dos fatores que diferenciam a imagem térmica e suas tonalidades nos materiais têxteis escolhidos para um coordenado final;
- Execução de um coordenado com apelo estético e funcional, criando-se padrões térmicos ou efeitos de camuflagem;
- Análise do comportamento do coordenado na modelo através da câmara térmica;
- Verificação das diferenças entre os ensaios na placa térmica e no corpo da modelo com os tecidos e padrões conceptualizados;
- Averiguação da possibilidade de aplicação de um novo conceito na área do design de moda, mais precisamente os de camuflagem térmica e visão térmica, aliado a uma base científica, para o desenvolvimento de vestuário na área da camuflagem térmica e da termografia.

1.3 Metodologia

A metodologia desta dissertação desenvolveu-se com a realização de algumas etapas em simultâneo, pois decorreram uma série de ensaios de experimentação em laboratório, paralelamente ao processo de conceptualização do projeto do coordenado e de execução do mesmo. Assim, iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica através de revistas, livros, artigos científicos e sites específicos para a temática do projeto, havendo também participações em conferências da especialidade, assim como uma visita ao regimento de Cavalaria N°6.

Seguidamente, selecionaram-se materiais têxteis/estruturas com base no seu comportamento de isolamento térmico e emissividade, para utilização nos ensaios térmicos em laboratório. A análise dos mesmos efetuou-se através de um placa térmica e de uma câmara térmica, para verificação das diferentes tonalidades térmicas. Posteriormente, selecionaram-se estruturas de malha para execução final do coordenado e para o protótipo dos padrões térmicos. Estes padrões térmicos foram previamente testados em laboratório na placa térmica de modo a analisar o comportamento dos mesmos face à sua emissividade e espessura. Deste modo, executou-se o coordenado final, sendo este testado no corpo da modelo, através da análise do seu comportamento térmico e consequentes tonalidades térmicas em uma câmara térmica. Finalizou-se com uma sessão fotográfica do mesmo coordenado.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação apresenta-se dividida em sete capítulos onde, no primeiro capítulo se faz um enquadramento teórico do trabalho e se explicitam os objetivos geral e específicos

desta dissertação. Apresenta-se igualmente a metodologia seguida, assim como a estrutura da dissertação.

Nos capítulos dois, três e quatro apresenta-se o estado da arte relativo ao tema, focando-se a camuflagem, os materiais têxteis, o design de moda e de como estes acompanham a evolução da tecnologia.

O quinto capítulo corresponde ao desenvolvimento experimental do projeto, realçando-se todo o processo de investigação a nível térmico dos materiais têxteis na placa térmica e, no corpo da modelo, já com o coordenado finalizado.

No capítulo seis apresenta-se o processo de execução do protótipo e do coordenado, desde a sua conceptualização até à sua realização e produção fotográfica.

Finalmente, no capítulo sete são apresentadas as conclusões passíveis de retirar de todo este trabalho, assim como se apresentam perspectivas futuras para continuidade do mesmo.

Capítulo 2

Camuflagem

2.1 Introdução

Neste capítulo é feita uma abordagem ao “estado da arte” em que se encontra a camuflagem, evidenciando-se os métodos utilizados e a constante evolução científica e tecnológica que a envolve. Desta forma, são focadas as camuflagens visual e térmica na área militar e, conseqüentemente, a área do design de moda conceptual e funcional.

A palavra camuflagem é proveniente do termo Francês “*camoufler*”, tendo sido utilizada na natureza e nos seres humanos durante séculos, refletindo-se como “*a arte de ir (tanto quanto possível) sem ser detetado por um observador.*” (Sparks, 2012, p.2), englobando o objetivo “*(...) de se aproximar da presa (inimigo), a fim de dominá-la, ou de enganar o caçador (inimigo) (...) durante a luta pela sobrevivência.*” (Sparks, 2012, p.3). Contudo, a palavra camuflagem só começou a ser introduzida quando da Primeira Guerra Mundial, sendo então designada “*(...) pelo disfarce de objetos e de pessoas que imitavam o meio ambiente que os envolvia, como ato de sobrevivência.*” (Horrocks & Anand, 2000, p.439). As definições deste ato de contra vigilância são coincidentes para os diferentes autores, onde a sobrevivência é fulcral e onde a eficácia se encontra na minimização dos contrastes entre o objeto e o meio ambiente que o envolve, verificando-se como principal forma de vigilância a observação visual, dado que “*(...)o militar, tal como o ciúme, “nasceu cego e morreu surdo” para o seu inimigo.*” (Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo, 2011, p.2).

Porém, com a evolução científica e tecnológica e com a inclusão dos equipamentos eletrónicos e dos computadores, os dispositivos de observação militar converteram-se às diferentes bandas de frequência do espectro eletromagnético, sendo elas: “*(...) o ultravioleta (UV), infravermelho próximo (NIR), infravermelho distante (FIR) e bandas de radar milimétricas ou centimétricas.*” (Horrocks & Anand, 2000, p.431), revelando que para a obtenção de uma maior eficácia no processo de camuflagem e conseqüente minimização da probabilidade de deteção, a necessidade da inclusão de comprimentos de onda além do espectro visível era uma realidade sem fuga possível, afastando-se a posição do ser humano como o único detetor.

Assim, nas últimas décadas a camuflagem tornou-se numa disciplina com uma base mais científica e analítica, em vez de ser uma forma de arte aliada à ciência pois, segundo (Sparks, 2012, p.3-4), “*A Tecnologia da camuflagem tornou-se um toque num botão, e não mais uma forma de arte. A proximidade da humanidade com a natureza, e a percepção do seu ambiente natural, foi perdida nesta corrida tecnológica.*” Contudo, não se pode negar que

foram os artistas e as suas diferentes formas de captação do mundo envolvente, que desempenharam o principal contributo na história na camuflagem após a 2ª Guerra Mundial, verificando-se a sua importância através da seguinte citação: *“No livro intitulado “Camouflage”, Hartcup (1979) apontou que os artistas foram os principais contribuintes para o esforço da camuflagem durante a década de 1930, só porque eles têm a capacidade de “ver” o mundo com outros olhos. Newark e.a. (1996), também fez menção ao uso extensivo de artistas nos primeiros anos de desenvolvimento da camuflagem.”* (Sparks, 2012, p.3).

Por outro lado, os cientistas reconheceram vantagens nas publicações de médicos, de ciências humanas e comportamentais, de ciências da terra, entre outras áreas, revelando a importância da ampliação de conhecimentos, facilitando a busca de respostas para a melhoria e domínio da área da camuflagem. Assim, para alcançar êxito a nível militar a *“Camuflagem, dissimulação e engano andam de mãos dadas e, junto com a doutrina, a disciplina e a dedicação no treino (...)”* (Sparks, 2012, p.30-31), verificando-se que perante um nível tático *“(...) a arte da camuflagem não está no que um soldado veste, mas sim sobre a forma como ele se integra com o ambiente, usando o que o meio ambiente tem para lhe oferecer.”* (Sparks, 2012, p.30). Deste modo, o ambiente que envolve o soldado é determinante para o processo de design, desde a criação da paleta de cores e padrões para aplicação no vestuário militar, tal como na escolha dos materiais têxteis mais apropriados para a missão, onde se questiona a introdução de fibras à prova de água, retardadoras da propagação da chama, de isolamento térmico, de descontaminação, de proteção anti-bala, entre muitas outras. Por mais que a tecnologia se desenvolva e evolua, ainda não é possível adquirir um sistema que forneça ao indivíduo/soldado os mesmos níveis de proteção para todas as condições meteorológicas e terrestres.

Consequentemente, a indústria da defesa acompanhou os investimentos efetuados na tecnologia de impressão e na ciência dos materiais, que impulsionaram o progresso verificado na manipulação das propriedades dos tecidos, surgindo a nanotecnologia como um dos principais fatores para o crescimento de sistemas de camuflagem adaptável através da manipulação de revestimentos e estruturas a um nível molecular. Os materiais têxteis inteligentes são exigidos, a era da invisibilidade está cada vez mais próxima, o impossível está a entrar na possibilidade, que se mostra discreta, pois num mundo de guerra e tecnologia as ameaças são controladas mas nem todas são detetadas, refletindo-se pelo contínuo processo de busca que a área da camuflagem moderna transmite, onde: *“Os avanços tecnológicos na guerra e conseqüente área militar apresentam etapas discretas. Assim que uma ameaça é anulada pela tecnologia, surge uma outra ameaça mais complexa. A pesquisa na área da camuflagem é um bom exemplo disso (...)”* (Horrocks & Anand, 2000, p.439). Contudo, é importante refletir que devido à evolução tecnológica, *“A guerra de hoje é um mundo sem rosto (...)”* (Sparks, 2012, p.28), o que para os países desenvolvidos se reflete pela distância à qual estes se situam dos verdadeiros conflitos, através das inúmeras armas de guerra como o exemplo da utilização dos mísseis de precisão para eliminar alvos. Porém, o soldado atual *“(...) precisa de ser visível e de movimento livre.”* (Sparks, 2012, p.28) de

modo a negociar e evitar conflitos, alcançando-se outras perspectivas dos processos que envolvem a área da camuflagem moderna.

2.2 A interligação entre corpo humano, vestuário e meio ambiente

Estudos realizados na área da camuflagem, tornam evidente o papel que o vestuário desempenha na interligação do corpo humano com o meio envolvente, determinando o estado de conforto do consumidor. Para além do adorno, do status, ou da modéstia, o papel principal de uma peça de vestuário é a proteção do corpo contra os ambientes físicos, muitas vezes agressivos, o que se verifica na seguinte citação: “*A proteção desempenha uma série de funções: manutenção do ambiente térmico correto, o que é essencial para o corpo sobreviver, proteção do corpo contra lesões abrasivas, radiações, vento, eletricidade, substâncias tóxicas químicas e microbiológicas.*” (Li & Wong, 2006, p.4-5).

Efetivamente, o corpo humano encontra-se num estado de constante interação dinâmica com o meio ambiente envolvente, em termos físicos, sensoriais e psicológicos. Assim, há toda uma série de processos que decorrem simultaneamente, interagindo e determinando o conforto do utilizador onde, segundo os autores Li & Wong (2006), ocorrem processos como: processos físicos entre vestuário e ambiente envolvente; processos fisiológicos; os processos neurofisiológicos e processos psicológicos. O estado de conforto torna-se numa perceção subjetiva e num juízo de um utilizador com base na integração de todos os processos acima referidos, sendo indispensável referi-lo na área da camuflagem. Desta maneira, a peça de vestuário, seja ela de carácter mais funcional ou conceptual, devido à sua dinâmica durante o seu uso estimula sensações mecânicas, térmicas e visuais, podendo-se falar em conforto sensorial. Contudo, o conceito de conforto é bastante complicado de se definir, enquanto que o de desconforto pode ser de fácil descrição “*(...) com recurso a termos como formigueiro, coceira, quente e frio.*” (Li & Wong, 2006, p.3). Segundo estes mesmos autores, a definição mais amplamente aceite de conforto é a de um estado neutro, isento de dor e de desconforto, sendo contudo multidimensional e complexo, compreendendo vários aspetos, como: conforto termofisiológico, conforto de movimentos do corpo, conforto sensorial e estético.

2.3 A camuflagem : do visível ao invisível

2.3.1 O olho humano

Quando do estudo da camuflagem, é necessário remeter para o olho humano, pois a

informação ou as imagens que provêm do meio envolvente de qualquer indivíduo, são captadas através deste sensor de imagem. Assim, a qualidade da imagem é atribuída aos vários elementos constituintes do mesmo, sendo eles: a parte exterior designada como córnea que é responsável pela proteção e pelo foco da imagem na retina através da lente; a retina que contém a camada de fotorreceptores (cones e bastonetes), onde se dá a absorção e a conversão dos fótons em impulsos elétricos e, por último, a íris que apresenta a capacidade de controlar a quantidade de luz que entra no olho. Assim, com a descrição do mecanismo do olho humano, já se podem complementar as informações sobre toda a área da camuflagem e todos os diferentes comprimentos de onda que ela abrange, pois seja por meio de dispositivos eletrônicos, ou sem a ajuda deles, a visão desempenha um processo importantíssimo na observação e na sobrevivência do indivíduo que se envolve num processo de camuflagem. Por outro lado, segundo Sparks (2012), vários aspetos psicofísicos da visão humana, aplicam-se no contexto de padrões de camuflagem incluindo a percepção de cor, o contraste, o brilho, a forma, a textura e a profundidade.

2.3.2 “Assinatura” corporal do indivíduo

Na camuflagem militar o soldado tem de determinar a forma como a “assinatura” do seu corpo se comporta perante o seu inimigo com o objetivo de o camuflar o melhor possível. *“Eles precisam de determinar como o inimigo os vê”, e depois mascarar todos os elementos que destacam o soldado.* (Wilusz, 2008, p.191). Assim, é necessário gerir a “assinatura” visual, infravermelha/térmica, olfativa e auditiva, já que: *“Atualmente, a camuflagem deve funcionar em diferentes comprimentos de onda: luz visível, ultravioleta, próximo e longe do infravermelho e, comprimentos de onda do radar.”* (Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo, 2011, p.8), estando o espectro electromagnético representado na figura 1.

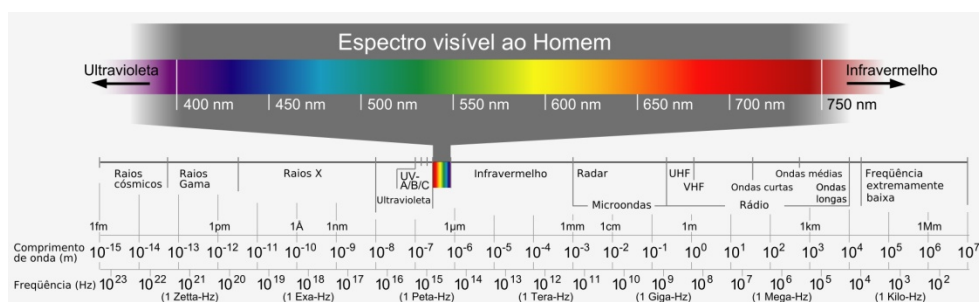


Figura 1 - Espectro electromagnético. (Fonte: <http://fisicasemmisterios.webnode.com.br>).

Desta forma, a nível tático, um dos indicadores que localizam o soldado, isto é, a área em que ele se situa, é o olfato. Assim, para gerir e reduzir o odor, o soldado tem necessidade de utilizar materiais com propriedades antimicrobianas, já que este advém das bactérias que vivem na pele. Os compostos metálicos que envolvem metais como o cobre e a prata desenvolvem um comportamento antimicrobiano, onde a fibra têxtil X-Static®, um

produto revestido em prata, da “*Noble Fiber Technologies, LLC (EUA)*”, fornece a permanência do anti-odor e as propriedades antimicrobianas exigidas para este tipo de controlo de “assinatura” corporal. Além disso, a fibra X-Static® permite a regulação da temperatura, fazendo com que o utilizador fique mais quente no Inverno e mais fresco no Verão.

Outro dos fatores que revela extrema importância no campo de batalha é a localização do soldado através da audição, sendo necessário reduzir a sua “assinatura auditiva”. “*Os sons não naturais vão identificar a presença do soldado ao inimigo.*” (Wilusz, 2008, p.194), pelo que se deve evitar a utilização de encaixes de metal e do Velcro®, sendo preferível a colocação de encaixes de plástico ou de um botão.

A informação sobre o controlo da “assinatura” visual e da “assinatura” térmica será apresentada noutra capítulo.

2.3.3 Comprimentos de onda visíveis

Com já referido, sendo a área da camuflagem um auxiliar na sobrevivência nos reinos animal humano, a mesma tem sofrido uma grande mudança ao longo dos séculos, devido a abordagens cientificamente mais rigorosas, fazendo com que o como, quando e onde seja melhor compreendido do que há 50 anos atrás, como referenciado por Sparks (2012).

O exemplo da natureza com a sua mudança regular da cor obriga o soldado a adaptar-se, através do seu uniforme, ao meio envolvente, esteja ele no meio da vegetação ou da urbanização, o que remete para o problema de este não ter a mesma coloração de camuflagem em todas as situações. Neste caso, os autores Horrocks & Anand (2000) analisam o simples exemplo do comportamento de uma árvore ou arbusto, que se diferencia na aparência durante o decorrer do dia, tal como a sua própria iluminação, não deixando de parte o fator de mudança que as diferentes estações do ano desenvolvem em termos de aparência, cor e textura da vegetação.



Figura 2 - Camuflagem militar. (Fonte: www.protelando.com.br).

Assim, o objetivo final da camuflagem visual centra-se na minimização de contrastes, sendo necessário refletir no comportamento visual que um dado padrão pode desempenhar, pois um padrão extremamente grande num fundo pequeno proporciona impacto, assim como

um padrão pequeno num fundo grande. Os padrões precisam de se adaptar ao meio envolvente onde, nos casos da paisagem urbana, o design tende a ser mais vertical, reto e horizontal interligando-se com os edifícios e estruturas urbanas.

Alguns animais na natureza exemplificam muito bem o comportamento de camuflagem, assim como os seus princípios, cores e padrões. Wilusz (2008), referencia o comportamento da zebra listrada coincidindo com a erva alta que remete para o uso do padrão, assim como o comportamento dos pinguins, representado na figura 3, que ao utilizarem a cor se escondem dos predadores na água olhando de baixo para cima com o seu ventre de cor branca, podendo a sua cor preta nas costas camufla-los de cima. Salienta também o comportamento do camaleão, ilustrado na figura 4, que muda a sua cor consoante o ambiente envolvente, o que representa um ótimo exemplo de camuflagem.



Figura 3 - Comportamento do pinguim. (Fonte: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>).



Figura 4 - Comportamento do camaleão. (Fonte: www.euquerobiologia.com.br).

Por outro lado, verificam-se diversas tentativas de imitação dos fundos naturais ou artificiais, em termos de cor, padrões, brilho e textura na área têxtil, aplicando-se na perfeição a citação de que a *“Camuflagem é uma das únicas áreas onde a coloração têxtil é usada para propósitos funcionais em vez de propósitos estéticos.”* (Horrocks & Anand, 2000, p.440).

Desta forma, a camuflagem moderna rege-se através de padrões e cores perante os comprimentos de onda visíveis pretendendo, segundo Sparks (2012), atingir alguns objetivos, sendo eles: a alteração das propriedades do alvo para que este não seja reconhecido como

um potencial alvo; a capacidade de identificação de um possível alvo como o de forças próprias ou forças opostas; e a identificação de uma pessoa ou equipamento como pertencente a uma força militar específica. Assim, cada nação militar adotou os seus padrões visuais e consequentes cores, tendo-se incluindo como cores principais no vestuário militar: “(...) o cáqui, o verde, o castanho e o preto, com outras cores, como o verde-oliva, o amarelo, o laranja, o rosa, o cinza, o bege e areia ampliando-se o uso para diversos ambientes de fundo, como o urbano, o rural ou o de deserto.” (Horrocks & Anand, 2000, p.442).

Porém, é importante refletir num dos aspetos mais importantes quando da execução dos padrões de camuflagem, porque o padrão de camuflagem necessita de ser otimizado para a prevista distância tática, tomando-se como exemplo o caso de “(...) Norman Wilkinson, que ocupou o cargo de “Inspector of Airfield Camouflage” na força aérea britânica (...)” (Sparks, 2012, p.5) na Segunda Guerra Mundial, onde este revelou que os padrões de camuflagem em “aircraft hangers” mudavam conforme a distância, isto é, a padronização tornava-se numa cor mais homogênea a longas distâncias e mais óbvia em intervalos estreitos acentuando o alvo. Além disso, este tipo de camuflagem no vestuário torna-se mais eficaz consoante o local em que o soldado se encontra, isto é, se o soldado se encontra no meio da vegetação é mais camuflado do que se estiver em campo aberto.

Desta forma, realçam-se dois métodos diferenciados para a realização da camuflagem em superfícies através da aplicação de cores e padrões, sendo eles o “*blending*” (*mistura*) e o “*disruption*” (*perturbação*). No primeiro caso, as cores e padrões misturam-se no ambiente, não se visualizando grande mudança na intensidade das mesmas cores, sendo o leão um exemplo onde, na natureza, o mesmo se adequa a este processo devido à cor que exhibe perante o seu habitat natural, tal como representado na fig. 5. Além disso, um padrão de camuflagem que exemplifica este método é o British DPM (Disruptive Pattern Material), o chamado Padrão do Deserto ilustrado na figura 6.



Figura 5 - Comportamento do leão. (Fonte: www.euquerobiologia.com.br).



Figura 6 - Padrão British DPM. (Fonte: <http://feed-fiona-camouflage.blogspot.pt>).

No segundo caso, pretende-se a mudança do contorno ou da forma do objeto, sendo a padronização utilizada para atrair o observador para fora da forma subjacente do objeto, onde já se utilizam cores com alto contraste na intensidade, como se exemplifica no antigo padrão de camuflagem Rhodesian da figura 7.

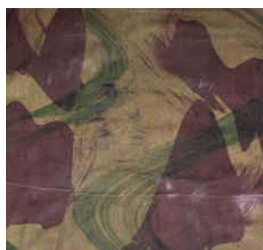


Figura 7 - Padrão Rhodesian. (Fonte: <http://feed-fiona-camouflage.blogspot.pt>).

Segundo Wilusz (2008) os padrões foram evoluindo ao longo das décadas para padrões de camuflagem digital, tendo-se como exemplo o padrão de MARPAT, representado na figura 8a), lançado pelos Marines em 2001. Este tipo de padrão assemelha-se aos pixéis do computador, e a uma certa distância este confunde-se mais rapidamente com o fundo. Outra versão de camuflagem digital é exemplificada com o padrão utilizado pelos militares canadianos CADPAT™ (TW) denominado como Padrão Disruptivo Canadano, para floresta temperada, ilustrado na figura 8 b). Já o exército dos EUA lançou em 2004 o seu padrão de camuflagem pixelada ACU denominado como Uniforme de Combate do Exército, sendo um padrão universal capaz de misturar vários ambientes de camuflagem, conforme figura 8 c).

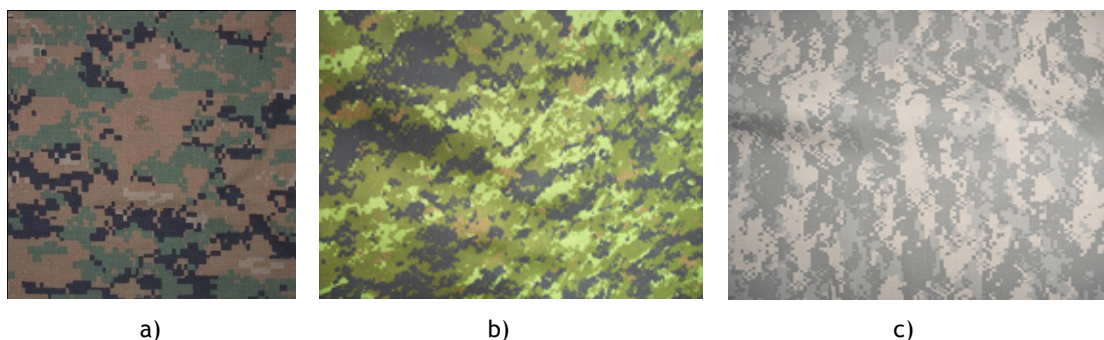


Figura 8 - a) Padrão MARPAT (Fonte: <http://commons.wikimedia.org>); b) Padrão CADPAT™(TM) (Fonte: <http://www.vtarmynavy.com>); c) Padrão ACU (Fonte: <http://www.vtarmynavy.com>).

Além disso, a camuflagem visual projeta-se para além do campo militar, verificando-se o exemplo do projeto da empresa SAMS com o desenvolvimento de design de padrões nos fatos aquáticos para redução da probabilidade de ataque de tubarão, através de estudos científicos onde o design de cada padrão envolve combinações de muitas variáveis e elementos que podem ser resumidos em: cor, contraste, forma, profundidade e distância. Assim, o SAMS Cryptic™, ilustrado na figura 9, é um padrão adequado para os mergulhadores ou nadadores pois interfere com a visualização do tubarão perante o indivíduo na água, devido aos seus tons. O padrão SAMS Warning™, representado na figura 10, é apropriado para surfistas pois torna o usuário como uma presa intocável, isto é, como se fosse venenosa ou intragável para o tubarão.



Figura 9 - SAMS Cryptic™. (Fonte: www.sharkmitigation.com).



Figura 10 - SAMS Warning™. (Fonte: www.sharkmitigation.com).

Em suma, é necessário referir que para uma medição de cor em amostras através de um método científico e mais preciso são utilizados radiômetros e fotômetros, mas para uma medição ao ar livre são utilizados espectroradiômetros, eficazes na medição das cores da natureza envolvente, o que por vezes falha na medição em laboratório, pois “(...) a *reflexão de toda a amostra é medida no ambiente de ocorrência, com iluminação natural.*” (Sparks, 2012, p.18). Assim, é necessário tomar algumas precauções para medições em campo, tendo em conta as influências atmosféricas e, como tal, tentando-se controlar os efeitos da textura, da sombra, de curvaturas, do vento, de poeira, entre outros, de modo a evitar alterações

significativas na medição e na própria amostra. Além disso, a percepção da cor pode ter um resultado bastante diferente da cor medida, devido ao envolvimento da luz, observador e amostra, sem esquecer o fator de que “(...) *cada pessoa tem a sua própria interpretação, percepção e significado à cor.*” (Sparks, 2012, p.6) podendo levar à necessidade de fazer repetições. Segundo Sparks, “*A percepção da cor é determinada por comparação da cor de uma amostra com a de uma amostra padrão.*” (Sparks, 2012, p.19). Desta forma, evidencia-se o processo cuidadoso a que a cor e os materiais são submetidos para alcançar os resultados desejados, mais concretamente, na área da camuflagem.

2.3.4 “*Visual decoys*”

Na camuflagem além das tentativas de imitação de padrões e cores que envolvem o ambiente onde o soldado está inserido, acrescenta-se ainda a simulação de esboços de alvos como os de aviões militares, lançadores de mísseis, entre outros veículos, com recurso a materiais têxteis, aplicando-se assim um outro método tático na camuflagem. Estes simuladores, designam-se por “*visual decoys*” ou “chamarizes visuais”, representados na figura 11, onde a sua complexidade depende da origem do ataque, podendo ser bidimensionais ou tridimensionais e concretizados com extremo realismo perante o alvo estudado. Nesta situação são utilizados tecidos de neoprene ou de nylon com revestimento de hypalon, pois são económicos e de fácil transporte e instalação, acrescentando-se, atualmente, a possibilidade de aquisição de “chamarizes visuais” militares insufláveis, como visualizados na figura 11 b).

Deste modo, os “chamarizes visuais” apresentam inúmeras vantagens no campo de batalha, isto é: “(...) *eles confundem o inimigo fazendo-o acreditar que as forças opostas são bem maiores do que na realidade, levando o inimigo a libertar armamento caro e munições em alvos inúteis, desperdiçando na missão um esforço valioso e expondo-se ao risco de retaliação por parte das verdadeiras armas.*” (Horrocks & Anand, 2000, p.443).



a)



b)

Figura 11 - a) Chamariz visual militar (Fonte: <http://militarymodels.co.nz>); b) Chamariz visual militar insuflável. (Fonte: <http://abcnews.go.com>).

2.3.5 Infravermelho próximo

A camuflagem militar também envolve a região do espectro do infravermelho próximo (NIR), cobrindo uma faixa de comprimento de onda de 0.7-2.0 μ m pois, segundo (Horrocks & Anand, 2000, p.444), *“Nesta região os objetos são ainda “vistos” pela reflexão.”*. Sendo assim, utilizam-se intensificadores de imagens, com dispositivos de imagem que amplificam os baixos níveis de luz, incluindo a luz da lua e das estrelas, podendo estes ter a forma de monóculos, binóculos ou de sistemas de televisão com pouca luz, *segundo os autores Horrocks & Anand (2000)*. Neste tipo de camuflagem deve-se ter em conta os diferentes níveis de refletância da vegetação, onde *“(…) as folhas de árvores de folha caduca têm alta refletância de infravermelhos em comparação com as coníferas agulha (...)”* (Horrocks & Anand, 2000, p.444), o que também varia de acordo com as estações do ano, havendo uma menor refletância do infravermelho próximo no inverno.

Desta forma, o principal mecanismo para gerir o infravermelho próximo, resume-se na utilização do corante adequado para o tecido, onde: *“A cor deve imitar a refletância de vários ambientes, assim como a vegetação (...)”* (Wilusz, 2008, p.193). Atualmente e, segundo Horrocks & Anand (2000), perante os avanços ao nível das operações de tingimento, a camuflagem NIR pode ser realizada sobre uma ampla gama de substratos têxteis sintéticos, incluindo nylon, poliéster, aramidas, poliolefinas, e poliuretano, conferido os tratamentos propriedades desejáveis como resistência à fricção, à lavagem e resistência à luz.

2.3.6 Camuflagem térmica

Na camuflagem militar a radiação térmica de interesse inclui uma parte da gama do infravermelho, com comprimentos de onda de 3-5 μ m e entre 8 e 14 μ m, onde: *“Nestas duas bandas ou “janelas” a atmosfera é suficientemente transparente para permitir uma vigilância de longo alcance e de aquisição de alvos. Os objetos são detetados pela energia térmica que emitem ou refletem.”* (Horrocks & Anand, 2000, p.446).

A termografia por infravermelhos consiste na construção de imagens térmicas a partir da radiação térmica emitida pelos corpos nessa gama de comprimentos de onda. Tem-se desenvolvido significativamente nos últimos anos, o que tem permitido alargar a sua aplicação a diversas áreas de atividade. A área militar, sendo a área onde se iniciou o desenvolvimento de uma boa parte das tecnologias que conhecemos, não é exceção à aplicação da termografia por infravermelhos.. A evolução dos dispositivos e sistemas militares, nesta área, tornou possível a deteção de veículos a vários quilómetros distância, a deteção de instalações fixas, como por exemplo depósitos de armazenamento, aeródromos, entre outros, e a deteção de soldados escondidos ou desaparecidos.. Os princípios físicos da termografia por infravermelhos estão muito relacionados com as leis que regem a radiação eletromagnética: *“As relações entre energia emitida, emissividade, comprimentos de onda, e as temperaturas são cobertos por relações matemáticas derivadas por Planck, Wien e*

Stefan.” (Horrocks & Anand, 2000, p.446).

Conhecidas essas leis, conclui-se que existem basicamente três formas distintas de procurar a camuflagem térmica, “(...) *mudando as características da transmissão infravermelha da atmosfera, controlando a emissividade da superfície externa e ajustando a temperatura da superfície do alvo.*” (Yin, Chen, & Pan, 2011, p.32).

“*O infravermelho pode penetrar na fumaça e neblina, melhor do que a luz visível, revelando objetos ou pessoas que normalmente estão obscurecidos.*” (Wilusz, 2008, p.193), pelo que uma forma de camuflagem térmica consiste no uso dos aerossóis para mudança das características de transmissão da atmosfera na gama do infravermelho. Deste modo, a formação de uma suspensão de uma grande quantidade de pequenas partículas, sólidas ou líquidas, que se dispersem na atmosfera poderá atenuar ou esconder o alvo.

Como foi referido anteriormente, a redução da emissividade do alvo também desencadeia um fator de grande importância para a camuflagem térmica. Esta propriedade das superfícies relaciona a capacidade emissora de radiação de um corpo real face à de um emissor perfeito. Quanto menor for a emissividade de uma superfície, menor será a radiação emitida para uma determinada temperatura. “*A maioria das superfícies são boas emissoras, exceto aquelas que são brilhantes e metálicas. Portanto, podemos diminuir a emissividade do alvo usando uma capa com reflexo brilhante, mas vai interferir com a camuflagem visual.*” (Horrocks & Anand, 2000, p.447). Além disso, os autores Yin, Chen, & Pan (2011) referenciam “*(...) que os metais, metais oxidados e certos semicondutores são os três tipos principais de materiais com baixa emissividade.*”. Segundo os autores Horrocks & Anand (2000), algumas das emissividades típicas de materiais comuns são: 0.92-0.98 para tecidos têxteis; 0.91-0.93 para o solo arenoso; 0.98 para “Old snow”; 0.94-0.97 para o betão; 0.90 para “Hardwood”; 0.91 para tinta branca; 0.88 para tinta preta; 0.12 para o aço inoxidável e 0.04-0.09 para o alumínio.

Também, o ajuste da temperatura da superfície de um alvo se revela uma preocupação constante, pois pretende-se que o alvo esteja o menos visível possível perante os dispositivos infravermelhos através da redução do gradiente térmico entre o alvo e o seu meio ambiente. No caso de veículos militares, por exemplo, para se obter esse efeito pode-se aumentar a sua complexidade e, conseqüentemente o custo, concebendo os veículos militares de modo a isolar os seus componentes mais quentes, como os respetivos sistemas de escape que devem permitir a sua refrigeração pelo ar ou por meio de líquidos. Por outro lado, de acordo com a seguinte citação: “*A assinatura térmica é das assinaturas mais difíceis de dominar devido ao contraste do corpo humano com o meio ambiente, dado que um corpo quente num ambiente frio será “visto”, bem como um corpo frio num ambiente quente.*” (Wilusz, 2008, p.193). Em alvos humanos, a redução da “assinatura” térmica pode ser efetuada através de vestuário com maior isolamento térmico, “*(...) colocando capas ou aumentando a área da superfície externa usando peles ou estruturas têxteis com pelo.*” (Horrocks & Anand, 2000, p.447), o que por sua vez pode aumentar o desconforto térmico do indivíduo.

Contudo, com a evolução científica e tecnológica, fazem-se estudos com o objetivo de obter roupas confortáveis e práticas para a camuflagem térmica, visando suprimir a “assinatura” térmica causada pelo fluxo sensível de calor do corpo humano para o exterior, onde os materiais inteligentes como por exemplo as fibras camufladas adaptadas a materiais de mudança de fase, podem fornecer a viabilidade de um tipo de camuflagem “camaleão” sobre uma ampla faixa do espectro. *“O radar e detetor infravermelho são frequentemente utilizados em guerras modernas, assim os objetos de investigação de materiais de camuflagem mais importantes são destinados a tecnologias furtivas de radicalização infravermelha e ondas de radar.”* (Wang et al., 2010, p.58).

O artigo *“Feasibility of perspiration based infrared Camouflage”* dos autores Yin, Chen, & Pan (2011), é um exemplo de artigos científicos cujas pesquisas são prometedoras para o desenvolvimento da camuflagem. Neste artigo é explorada a possibilidade de atingir a camuflagem infravermelha utilizando o mecanismo de dissipação de calor do corpo humano, com recurso a um protótipo de tecido multicamadas, tendo cada uma delas funções específicas de modo a facilitar a transferência de calor latente, por meio da evaporação do suor e controlando a transferência de calor sensível do corpo humano. Neste caso, a porosidade e a espessura de ambas as camadas são estudadas, embora o estudo não englobe todas as partes do corpo humano, tendo sido escolhidas condições ambientais mais comuns para o mesmo. Já os autores Wang et al. (2010) no artigo científico *“Electromagnetic wave absorption and infrared camouflage of ordered mesoporous carbon-alumina nanocomposites”* projetaram um material de absorção eletromagnética mesoporosa ordenada com efeito de camuflagem infravermelha, pois observaram que os nanocompósitos mesoporosos, do tipo $C - Al_2O_3$, têm excelentes propriedades de absorção de ondas eletromagnéticas e baixa emissividade de infravermelho, o que revela um grande potencial de aplicação no campo da camuflagem militar.

Apesar do carácter inovador da camuflagem térmica, encontram-se já projetos na área militar e, muito recentemente, na área do design de moda com fins de camuflagem térmica. Assim, destaca-se a marca BLÜCHER SYSTEMS®, com o desenvolvimento do tecido GHOST®, apresentado na figura 12, que incorpora fibras metalizadas que reduzem as emissões de infravermelhos do indivíduo quando da sua utilização, permitindo ainda a integração de vários padrões de camuflagem. Além disso, para a camuflagem de objetos, a mesma marca desenvolveu o produto SPECTRALFLAGE®, ilustrado nas figuras 13 e 14, onde se verifica a criação de uma nova rede bidimensional de camuflagem que concilia uma ótima camuflagem visual com uma proteção contra as câmaras térmicas.



Figura 12 - Tecido GHOST®. (Fonte: <http://eng.bluechersystems.com>).

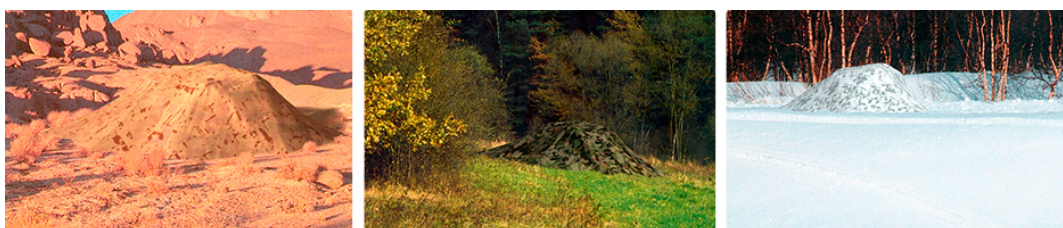


Figura 13 - Redes de camuflagem SPECTRALFLAGE®. (Fonte: <http://eng.bluechersystems.com>).

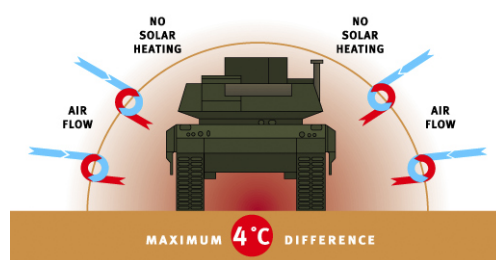


Figura 14 - Comportamento da rede de camuflagem SPECTRALFLAGE®. (Fonte: <http://eng.bluechersystems.com>).

Adicionalmente, destaca-se a marca BAE Systems com uma nova forma de camuflagem de tanques designada por ADAPTIV. Esta possibilita uma camuflagem térmica e a criação de ilusões, como por exemplo a transformação do tanque na forma de um carro, quando visto termicamente, como representado na figura 15. Esta técnica utiliza painéis hexagonais elaborados com um material que muda de temperatura de forma rápida, sendo controlados individualmente e colocados sobre o veículo, ilustrado na figura 16. É uma tecnologia funcional, mesmo com o veículo em andamento, permitindo uma camuflagem constante.

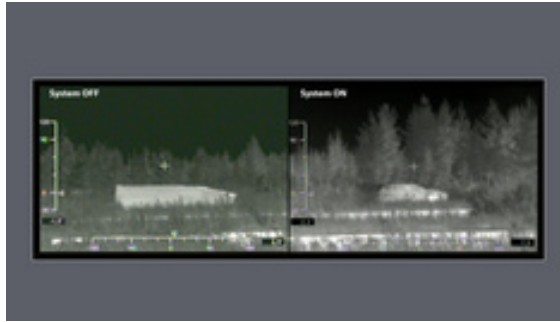


Figura 15 - ADAPTIV controlo de “assinatura”. (Fonte: www.baesystems.com).



Figura 16 - Tanque com tecnologia ADAPTIV. (Fonte: www.baesystems.com).

Recentemente, em Dezembro de 2012, foi apresentado um projeto de Adam Harvey intitulado por ““Anti-Drone” wear”, com grande relevância para a camuflagem térmica e, neste caso particular, com foco no design de moda. Nas suas peças de vestuário é utilizado um tecido metalizado que protege contra a vigilância executada pelas câmaras térmicas, efetuando assim a camuflagem do individuo. Além disso, as peças de vestuário são leves, respiráveis e seguras para utilização, podendo ser visualizadas nas figuras 17 a 20.

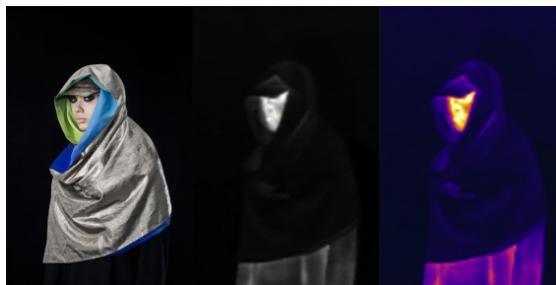


Figura 17 - “Anti-Drone” Scarf. (Fonte: <http://ahprojects.com/>).

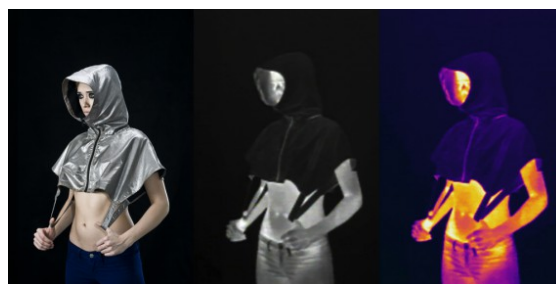


Figura 18 - “Anti-Drone” Hoodle. (Fonte: <http://ahprojects.com/>).



Figura 19 - “Anti-Drone” Burqa. (Fonte: <http://ahprojects.com/>).

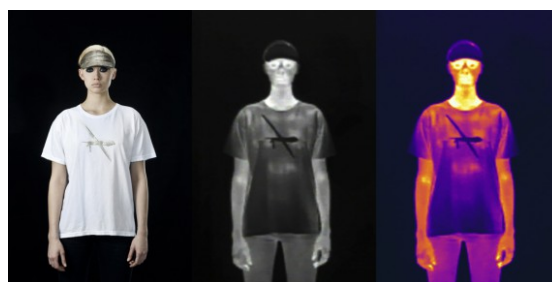


Figura 20 - “Anti-Drone” Drone T. (Fonte: <http://ahprojects.com/>).

2.3.6.1 Termografia

Quando nos referimos à radiação infravermelha, temos de ter em conta que o espectro do infravermelho pode ser dividido em 3 regiões, de acordo com os detetores utilizados : *“Perto do infravermelho é detetado pela emulsão fotográfica especial (até 1 μ m), pelas células fotoemissivas e fotocondutivas e pelos detetores fotovoltaicos. O meio do infravermelho é revelado por detetores térmicos, fotocondutivos e fotovoltaicos. A radiação afastada do infravermelho pode ser medida por detetores térmicos.”* (Gaussorgues, 1994, p.10).

Deste modo, a termografia por infravermelhos caracteriza-se por ser uma técnica de medida que apresenta a capacidade de construir uma imagem térmica de uma superfície sem haver contacto direto entre a superfície e o sistema de termografia. Pode definir-se também como uma técnica de medida da temperatura baseada na radiação térmica emitida pelos corpos, podendo ser influenciada por fatores como: *“(...) a emissividade do corpo, a radiação da vizinhança refletida pelo corpo e o comportamento da atmosfera.”* (Pires, Silva, & Gonçalves, 2001, p.38). Assim, a atmosfera pode absorver parte da radiação vinda do corpo ou pode permitir a sua transmissão. A radiação que chega ao detetor de infravermelhos é depois transformada num sinal elétrico que, após convertido num correspondente sinal digital, é processado o que permite a construção da imagem térmica, ou termograma. A *apresentação dessa imagem térmica é, em geral, realizada numa escala de cores ou de cinzentos*. Contudo, na citação seguinte reflete a dificuldade da invisibilidade térmica, onde: *“Um objeto não se revela como escuro no infravermelho a não ser que esteja frio, o que para reduzir 1% da radiação gerada a 4μ m de um corpo de 20°C , a sua temperatura teria de ser reduzida em 100°C .”* (Gaussorgues, 1994, p.9).

Atualmente, a termografia por infravermelhos tem aplicação em áreas tão distintas como a da medicina; a dos sistemas de vigilância (que incluem a visão noturna, as vigilâncias aérea e marítima, a luta contra incêndios, os sistemas de visão através de fumo e nevoeiro...); a da realização de análises energéticas; a da realização de diagnósticos de edifícios; a do controlo de processos produtivos, entre outros. A sua utilização apresenta diversas vantagens, das quais se destacam “(...) o fornecimento de resposta rápida, identificando a área de distribuição de temperatura e monitorização de mudanças de temperatura contínua e remotamente.” (Li & Wong, 2006, p.289).

Na utilização desta tecnologia deve-se ter em conta as regiões do espectro eletromagnético mais adequadas, isto é os intervalos de onda de 3-5 μm (banda curta) e 8-12 μm (banda larga). Para melhor se compreender a radiação térmica, deve atender-se a que: “*Todos os corpos emitem radiação eletromagnética em virtude da agitação atômica e molecular associada à sua própria energia interna.*” (Pires, Silva, & Gonçalves, 2001, p.38), havendo uma relação entre a temperatura e a radiação emitida pelos corpos, devido à relação entre a energia interna e a temperatura. A radiação térmica inclui-se na radiação electromagnética que compreende um intervalo de comprimentos de onda que inclui desde os raios cósmicos até às ondas rádio. “*A radiação infravermelha (IR) é uma radiação eletromagnética com um comprimento de onda maior do que a luz visível, mas mais curto do que a radiação de micro-ondas.*” (Li & Wong, 2006, p.289).

Tem particular importância no estudo da radiação térmica, o conceito de corpo negro. “*Um corpo negro é definido como um corpo ideal que permite que toda a radiação incidente passe para o seu interior (sem reflexão de energia) e que absorve internamente toda a radiação incidente (sem transmissão de energia)*” (Pires, Silva, & Gonçalves, 2001, p.38). Assim, um corpo negro é um absorvedor perfeito. Simultaneamente, e em consequência do facto anteriormente referido, o corpo negro é também um emissor perfeito de radiação, não existindo nenhum outro corpo que, à mesma temperatura, emita mais radiação. O poder emissivo espectral, isto é, num determinado comprimento de onda, de um corpo negro é dada pela lei de Planck, segundo a relação (1):

$$E_{\lambda,b} = \frac{2\pi C_1}{\lambda^5 (e^{C_2/\lambda T} - 1)} \quad (1)$$

Por outro lado, o comprimento de onda, λ_{max} , para o qual o poder emissivo de um corpo negro, numa determinada temperatura, é máximo obtém-se pela lei de Wien, através da fórmula (2):

$$\lambda_{max} = \frac{2897.8}{T} \quad (2)$$

O poder emissivo total de um corpo negro, obtido pela integração da lei de Planck em todos os comprimentos de onda, é definido pela lei de Stefan - Boltzmann, pela seguinte equação:

$$E_b = \sigma T^4 \quad (3)$$

Num corpo real “(...) uma fração da radiação incidente sobre ele é refletida (ρ), outra é absorvida (α) e a restante é transmitida (τ). O valor de cada uma destas frações depende do comprimento de onda da radiação incidente.” (Pires, Silva, & Gonçalves, 2001, p.38). Desta forma, o balanço de energia radiante ao corpo revela-se através da expressão (4), podendo os corpos classificarem-se como corpo negro, corpo opaco, corpo transparente e corpo brilhante em função dos valores das propriedades na equação (4).

$$\rho(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1 \quad (4)$$

Em relação à radiação emitida pelos corpos reais, deve recordar-se a importância da emissividade, já referida. “(...) é uma medida da capacidade emissora do corpo quando comparado com um corpo negro. Essa capacidade pode depender de fatores tais como a temperatura do corpo, o comprimento de onda considerado, e o ângulo no qual a radiação está a ser emitida.” (Pires, Silva, & Gonçalves, 2001, p.39). A expressão (5) apresenta a lei de Stefan - Boltzmann, para um corpo real:

$$E_b = \varepsilon \sigma T^4 \quad (5)$$

2.3.6.2 Produção e perda de calor

Torna-se relevante mencionar o fenómeno de produção e perda de calor na camuflagem térmica, pois a seguinte citação revela que os: “*Mamíferos, incluindo o homem, são homeotérmicos.*” (Li & Wong, 2006, p.190). Assim, a maior parte da produção de calor no corpo gera-se nos órgãos profundos, como o fígado, o cérebro, o coração e os músculos esqueléticos, através da produção de calor basal, de tremores ou de exercício voluntário. Desta forma, a temperatura do corpo mesmo com as condições ambientais adversas mantém-se relativamente constante, sendo esta controlada com o equilíbrio entre a produção e a perda de calor. Consequentemente, os valores da resistência térmica e da resistência evaporativa do vestuário interferem com a perda de calor, devido à dinâmica existente entre a temperatura e os gradientes de pressão do vapor de água entre a camada da pele e do ambiente que envolve o indivíduo.

Segundo os autores Li & Wong (2006), as transferências térmicas podem decorrer através de um dos três mecanismos seguintes, ou por uma combinação dos mesmos, sendo eles: a condução que é a transferência direta de calor a partir da superfície do corpo humano para o ambiente circundante, por contacto físico direto; a radiação que representa o ganho ou perda de calor através da emissão de energia, radiação térmica, a partir da superfície da pele; e a convecção que se relaciona com o movimento do ar ou de água em redor do corpo.

2.3.6.3 Isolamento térmico

Quanto mais se aprofunda a área da camuflagem, mais informação lhe está relacionada, neste caso o isolamento térmico que, para os autores Li & Wong (2006) determina a função primária do vestuário e estimula o conforto do vestuário no seu utilizador. Já os autores Horrocks & Anand (2000), refletem como uma real preocupação a sobrevivência e a luta nas condições mais extremas por parte do soldados, sendo as regiões frias ou molhadas as que tendem a causar mais problemas havendo necessidade de fornecer e manter os materiais de isolamento térmico secos, onde: *“Qualquer material de isolamento fibroso e poroso é prejudicado pela presença de humidade, sendo este o suor ou a chuva.”* (Horrocks & Anand, 2000, p.434). Assim, *“(...) as propriedades térmicas dos tecidos são as características mais importantes da indústria têxtil”*, (Li & Wong, 2006, p.192), e para Wilusz (2008), os uniformes têm de gerir ambientes quentes e frios sem prejudicar a missão do soldado, devido à transferência de calor por radiação ou convecção entre o indivíduo e o seu meio ambiente.

Desta forma, a maioria dos estudos dedica-se a medições de propriedades térmicas estáticas, tais como a condutividade térmica, resistência térmica e difusão térmica. As propriedades de isolamento térmico são determinadas, Li & Wong (2006), pelos parâmetros físicos dos tecidos, mas também pelos parâmetros estruturais. Nos estudos de conforto térmico, a medição do isolamento térmico do vestuário tem como unidade base o *clo*, a qual corresponde ao isolamento necessário para manter, em conforto, uma pessoa em repouso numa sala com uma temperatura de 21,1° C, para os mesmos autores.

Por outro lado, para o autor Wilusz (2008), a gestão térmica pode conseguir-se por dois métodos, designados como passivos e ativos. Enquanto a gestão térmica ativa requer energia, a gestão térmica passiva não precisa de qualquer fonte de energia. Quando aplicada a ambientes frios, a gestão térmica passiva tem como objectivo principal reter o ar quente em torno do corpo. Por essa razão, a tendência para as roupas de proteção militar baseia-se num sistema de multicamadas, como são exemplos: o *“Extended Cold Weather Clothing System”* (ECWCS) desenvolvido pelo exército dos EUA, composto por 7 camadas num sistema de 12 componentes, onde as diferentes camadas de roupa incluem fibras diferenciadas como Polartec®, Power Dry®, Thermal Pro®, nylon, Nextec®, membrana estendida politetrafluoretileno (PTFE-e), Gore-Tex®, e Primaloft®; o *“Multi-Climate Protection System”* (MCPS) desenvolvido pela *Naval Air Warfare Center* (USA), onde os coordenados são compostos por doze peças, dos quais sete foram desenvolvidas usando três tecidos resistentes ao fogo Polartec®, com base na fibra “meta-aramid” NOMEX®, projetado para a proteção do avião e da tripulação; e o *“Protective Combat Uniform”* (PCU) desenvolvido pela *US Special Operations Forces* (SOF) que é composto por 16 peças, incluindo calças, casacos, camisas e coletes à prova de vento, sendo exteriormente aplicado o tecido EPIC da Nextec®.

Saliente-se ainda o material estruturado a uma escala nano, o *Aerogel*, ilustrado na figura 21 a), que, segundo Marie O'Mahony (2011), desempenha um alto isolamento térmico,

sendo considerado o sólido mais leve do mundo, podendo flutuar na sua forma mais pura. Porém, torna-se difícil o seu manuseamento, pois este visualiza-se como um “fumo líquido”. Neste caso, a empresa italiana “*Grado Zero Espace*” incorporou o Aerogel num tecido de modo a que fosse utilizado numa peça de vestuário, criando o “*Aerogel Design System*”, representado na figura 21 b), que consiste na aplicação do material isolante num tecido acolchoado podendo assim ser utilizado no revestimento de peças de vestuário.



a)



b)

Figura 21 - a) Aerogel (Fonte: www.gzespace.com); b) “Aerogel Design System” (Fonte: www.gzespace.com).

2.3.6.4 Conforto térmico

No âmbito da camuflagem, assim como em qualquer outra área, o conforto térmico resulta de um conjunto de interações entre o vestuário, o ambiente e o indivíduo, pois “(...) *o vestuário é necessário para proteger o corpo contra as influências climáticas e proporcionar conforto térmico para várias combinações de condições ambientais e atividades físicas.*” (Li & Wong, 2006, p.60). O estado de equilíbrio térmico não é constante devido às condições externas a que o corpo humano está exposto, em particular a temperatura de ar, a temperatura média radiante, a humidade do ar, o nível de atividade física e a velocidade do ar. Portanto, as trocas térmicas entre o corpo humano e o meio-ambiente decorrem permanentemente. Quanto maiores forem a transmissão de calor e a evaporação do suor da pele para o meio ambiente através da peça de vestuário, mais rápida e eficazmente será alcançado o conforto térmico do indivíduo, o que segundo (Li & Wong, 2006, p.68) “(...) *as transferências de calor e massa num sistema no estado estacionário e para um modelo unidimensional é composto por cinco camadas (ar ambiente, tecido, microclima entre pele e vestuário, pele e núcleo do corpo)*”.

2.3.6.5 Manequim térmico

Quando na área da camuflagem térmica se abordam questões relacionadas com o conforto térmico e o isolamento térmico, é desejável evidenciar o desenvolvimento dos manequins térmicos, que permitem uma avaliação mais completa do desempenho térmico do vestuário, particularmente o do vestuário militar, “(...) *bem como o conforto, especialmente no que diz respeito à obtenção de uma medida termofisiológica.*” (O'Mahony, 2011, p.187), verificando-se um crescimento constante no interesse da sua utilização em termos de pesquisa e de avaliação, dado que para se compreenderem completamente as trocas de calor a partir do corpo humano não se necessita somente “(...) *da medição das perdas de calor por convecção, condução e irradiação. A evaporação do suor é também um mecanismo principal de perda de calor e deve ser tida em conta.*” (Li & Wong, 2006, pag.199).

De acordo com Li & Wong (2006), os manequins térmicos são concebidos em metal ou tecido, aplicando-se o cobre, plástico ou tecido à prova de água ou vento, com um subsistema independente para o controlo de aquecimento e/ou transpiração, permitindo a medição e análise de dados.

Como exemplo de alguns desses manequins térmicos, O'Mahony (2011) referencia o manequim térmico e com transpiração da Centexbel composto por fibra de carbono com um compósito termicamente condutor, com 26 zonas independentes monitorizadas através de um sistema de sensores e fios de aquecimento, permitindo reproduzir condições o mais realistas possíveis, nomeadamente a simulação de movimento. Faz igualmente referência ao “Thermo-Man” desenvolvido pela DuPont, composto por 122 sensores de calor permitindo a realização de testes térmicos e de retardação de chama, de modo a avaliar o calor e lesões por queimadura. Já os autores Li & Wong (2006) referenciam o manequim de transpiração NCSU Coppelius que é colocado numa câmara climática controlando-se individualmente 18 secções do corpo, o que permite a produção de suor consoante a taxa de transpiração desejada.

2.3.7 Deteção de imagem

No estudo da camuflagem, a deteção de imagem corresponde à observação da peça inteira no processo de reconhecimento em qualquer região do espectro eletromagnético, implicando algum sensor ou dispositivo de deteção na observação da cena, o que para Sparks (2012), este pode resultar do agrupar dos sentidos humanos, dos sensores óticos ou dos sensores electro-óticos. Contudo, na maior parte dos casos o “(...) *ser humano é parte da totalidade do sistema de vigilância. O homem analisa e interpreta as informações fornecidas pelo sistema de imagem, o que resulta numa determinada ação a ser tomada.*” (Sparks, 2012, p.12).

Segundo o mesmo autor, os dispositivos de captação de imagem, capturam a radiação eletromagnética seja no campo do visível, do infravermelho próximo ou do infravermelho

térmico, de forma a reforçar a imagem ou converter a radiação para um formato de observação humana. Assim, com o avanço das tecnologias de captação de imagem, os sistemas de observação de longo alcance em várias regiões do espectro eletromagnético, como os radares, tornaram-se essenciais no campo de batalha que envolve a camuflagem. “O sistema visual humano é, devido às suas propriedades físicas e fisiológicas (...), a maioria das vezes superior aos sistemas de câmara de espectro visual.” (Sparks, 2012, p.14), remetendo para o sensor final da determinação de uma ameaça. Porém, torna-se indispensável não focar nos outros sentidos do homem como o da audição, do cheiro, do toque, do gosto e do “sexto sentido”, que são ignorados muitas vezes no campo de batalha mas que contribuem no processo de camuflagem.

2.4 O Caminho rumo à invisibilidade

“O máximo desejo de qualquer soldado relativamente ao seu sistema de camuflagem é que este lhe forneça camuflagem à medida, em qualquer comprimento de onda e qualquer que seja o ambiente de fundo (...)” (Sparks, 2012, p.28). Assim sendo, o desenvolvimento dos sistemas de camuflagem interligam-se com a constante evolução tecnológica e consequente desenvolvimento da nanotecnologia, que fornece a capacidade de modificação das propriedades superficiais dos substratos a nível molecular, obtendo-se vantagens na exploração e controlo de certas características dos materiais e superfícies, de acordo com o autor Sparks (2012). Desta forma, os materiais crómicos ou fibras camufladas, são uma possibilidade de melhorar os métodos de camuflagem, já que estes podem mudar a cor de acordo com as condições externas. Para Wilusz (2008), estes materiais podem ser classificados dependendo do estímulo de energia externo que os afecta, sendo eles: os fotocrómicos estimulados pela luz; os termocrómicos estimulados pelo calor; os electrocrómicos estimulados pela electricidade; os piezocrómicos estimulados pela pressão; os solvatocrómicos estimulados pelo líquido e os “carsolchromic” estimulados por um feixe de electrões. Neste caso, os materiais mais estudados para utilização na camuflagem de tecidos inteligentes são os termocrómicos e electrocrómicos, onde o primeiro caso revela que: “*Numa situação de camuflagem poderia ser usado para modificar as cores e/ou padrões de camuflagem. No entanto, poderia revelar a posição de camuflagem, quando observada com o sensor térmico.*” (Sparks, 2012, p.29). Os sistemas termocrómicos usados em têxteis são: o de cristal líquido e de rearranjo molecular, sendo a sua produção de custo excessivo. Já os materiais electrocrómicos representam a mudança reversível em propriedades óticas que pode ocorrer quando o material é electroquimicamente oxidado, levando estes materiais a “(...) incluir dispositivos para modulação da radiação nas regiões próximas do infravermelho, infravermelho térmico e microondas, podendo agora a “cor” significar uma resposta por detetores neste comprimentos de ondas, e não apenas pelo olho humano” (Wilusz, 2008, p.300).

Por outro lado, a camuflagem ativa pode adotar como alternativa os “Wearable

displays”, que segundo o Sparks (2012), este tipo de recurso apresenta-se numa exibição para lá do observador, enquanto a câmara irá captar por trás do mesmo. Desta forma, a exibição duplicará o cenário para o observador, mascarando o ativo com o ambiente. Neste método ativo deverão ter-se em conta os níveis de luminância e os diferentes comprimentos de onda atingidos.

Concluindo, a revolução da tecnologia e nanotecnologia na área da camuflagem, remete para o desenvolvimento de materiais com propriedade especiais, criando a invisibilidade, sendo intitulados como metamateriais, que de acordo com Quinn (2010), estes permitem aos objetos estarem temporariamente camuflados, já que as leis da ciência ditam que os objetos opacos não podem ser tornados 100% invisíveis. Para Sparks (2012), estes materiais anunciados pela Duke University, são capazes de “curvar” a energia eletromagnética em torno dos objetos, de tal forma que o objeto torna-se aparentemente invisível, perante o autor Sparks (2012). Segundo Quinn (2010), o projeto de criação de uma superfície metamaterial para camuflagem, desenvolvido pela Universidade de Duke, da Carolina do Norte, com o London Imperial College, envolve uma tecnologia que não apresentará exclusividade para aplicações na defesa, mas evidenciar-se-á também a sua utilidade em aplicações industriais e comerciais. Por outro lado, também se verificam alguns artigos científicos que referenciam hipóteses na criação do manto da invisibilidade com metamateriais, como o artigo *“Transformation thermodynamics: cloaking and concentrating heat flux”* de Guenneau, Amra, & Veynante (2012).

A invisibilidade prevê-se como uma possibilidade bem próxima, dados os grandes avanços da tecnologia, que não afetará só os comprimentos de onda visíveis, mas também todos aqueles que não são visíveis a olho nu do espectro eletromagnético, podendo levar a camuflagem a outro nível, transportando o sonho à realidade.

Capítulo 3

Materiais Têxteis

3.1 A evolução dos materiais têxteis

A indústria têxtil sofreu uma verdadeira revolução quer ao nível das tecnologias, quer ao nível dos materiais têxteis. Segundo Quinn (2010), os têxteis passam a desempenhar novas funções, e para O'Mahony (2011), procura-se nestes novos materiais conjugar as vantagens dos materiais sintéticos com as dos materiais naturais, obtendo-se muitas vezes materiais híbridos. Normalmente procura-se combinar o conforto proporcionado pelas fibras naturais com o trato fácil, “*easy-care*”, das fibras sintéticas. Assim, verifica-se uma mudança de atitude neste sector, onde as fibras atualmente projetadas são mais valorizadas do que as sintéticas originais que se limitavam a imitar os materiais naturais, bastante mais caros. Segundo O'Mahony (2011): “*Laboratórios de pesquisa e de desenvolvimento já não tentam imitar a natureza; em vez disso combinam as melhores qualidades do natural e do artificial procurando a sua própria estética e benefícios para o consumidor.*” (O'Mahony, 2011, p.22). Além disso, surgem novas técnicas de produção, como a nanotecnologia, aumentando as possibilidades de produção de fibras, a uma escala além do espectro visível. Deste modo, torna-se oportuno refletir que: “*As fibras estão a transformar radicalmente o mundo à nossa volta e, enquanto fazem isso, também inspiram visões novas e radicais para o futuro.*” (Quinn, 2010, p.5), surgindo fibras específicas para as áreas do bem-estar, saúde e proteção. São exemplo disso as seguintes fibras de alto desempenho: Nomex; aramidas como o Kevlar; para-aramidas como a Technora; fibras de polietileno como a Dyneema; fibras de poliéster reciclado, PET; aramidas sob a forma de fibras híbridas através de junções de Kevlar com Panox, filamento de vidro ou viscose, entre muitas outras.

Por outro lado, de acordo com O'Mahony (2011), o conhecimento atual da força e da fragilidade do corpo humano, permitiu a vivência de vidas mais saudáveis e com maior longevidade, utilizando-se todos os meios disponíveis de modo a cuidar melhor do corpo e evitar danos no mesmo, pois a: “*Qualidade da vida tornou-se a nova alquimia.*” (O'Mahony, 2011, p.8). As inovações na indústria têxtil são também acompanhadas pelo consumidor levando ao conseqüente crescimento do mercado dos têxteis avançados, constituindo estes atualmente a base de vários projetos inovadores emergentes.

A mudança de consciência do consumidor perante o meio ambiente também teve o seu impacto no sector têxtil devido ao impacto ambiental que a produção das fibras provocava, estabelecendo-se um sistema de gestão mais responsável na cadeia de fornecimento para a indústria em geral, com o exemplo da Oeko-Tex. Deste modo, muitos

produtores de fibras concentram-se na utilização de uma única fibra na fabricação dos seus fios recorrendo às fibras modificadas, tendo presente que: *“A sustentabilidade está por trás de uma série de desenvolvimentos de novas fibras procurando os seus produtores combinarem os benefícios para o meio ambiente com o desempenho das mesmas.”* (O’Mahony, 2011, p.28). Porém, a junção de diferentes fibras num mesmo conjunto é hoje uma realidade, muito particularmente para as áreas da segurança, bem-estar e saúde, onde os materiais têxteis devem apresentar um bom desempenho levando-nos a visualizar o caminho que a evolução têxtil alcançou, pois: *“A habilidade de combinar várias capacidades num único fio é relativamente nova. Há menos de uma década atrás isso não seria possível sem reduzir, ou mesmo destruir, o desempenho de uma ou de ambas as funcionalidades.”* (O’Mahony, 2011, p.32).

Assim, segundo O’Mahony (2011), a união da técnica e da estética tornaram-se a chave para a evolução dos têxteis na área do bem-estar e saúde. Assim, os têxteis desenvolvem-se de acordo com as necessidades específicas de cada área, como por exemplo: na medicina surge uma tendência crescente para os cuidados de idosos, *“out-patient”*, onde o vestuário precisa de proporcionar segurança, detetando e transmitindo problemas saúde do paciente; no desporto a atenção centra-se em torno do controlo da temperatura e produção de vestuário com uma estética futurista ao nível dos tecidos e no próprio design, procurando-se mesmo o desenvolvimento de roupa mais ergonómica do que a própria pele; no trabalho dito normal, pretende-se uma melhoria da componente estética com a sensorial de modo a satisfazer as exigências do utilizador. Portanto, a evolução do sector têxtil faz-se segundo diversas vertentes onde, ao mesmo tempo que o fato do astronauta se torna mais confortável e mais flexível em termos de movimentação do indivíduo no espaço, com o exemplo do *“Bio-Suit System”*, desenvolvido pela NASA, MIT e Dainese o qual transforma a roupa numa segunda pele, usando tensão elástica em vez de gás para conseguir a pressurização, também se procura o desenvolvimento de vestuário invisível para o indivíduo da área militar, como já referido anteriormente.

Em síntese, a evolução dos têxteis permite a criação de roupas cada vez mais extraordinárias a nível estético e funcional, onde à medida que se produz vestuário de alfaiataria com tecidos finos de ouro, como por exemplo a marca Scabal, tecem-se também tecidos com metais para proteção contra o perigo do usuário, como por exemplo a marca Bekaert. Associam-se assim cada vez mais as qualidades estéticas ao desempenho da função do vestuário na respetiva situação, concluindo-se que: *“As novas tecnologias de fiação estão a revolucionar o que pode ser alcançado em termos de desempenho e conforto em fibras e fios.”* (O’Mahony, 2011, p.28).

3.2 O papel da tecnologia na inovação dos materiais têxteis

De acordo com Wilusz (2008), no sector têxtil visualiza-se um caminho rumo à *“terceira geração dos têxteis”*, permitindo avanços ao nível dos materiais e tecnologias como

por exemplo os chamados materiais inteligentes. Na evolução da tecnologia têxtil verifica-se que: “A Nanotecnologia opera ao nível molecular.” (Seymour, 2008, p.21), encontrando-se ainda numa fase de desenvolvimento relativamente jovem, avançando em diferentes áreas, onde a escala e os custos de produção ainda têm de ser superados para que se torne um processo de fabricação viável. Para que o diâmetro possa ser classificado nano, tem que ser medido em nanómetros (nm), que corresponde a cerca de um décimo de milésimo da espessura de um cabelo humano, segundo O'Mahony (2011). Como exemplo tem-se a produção de nanotubos de carbono como sendo “(...) um material em forma de tubo feita a partir de átomos de carbono ligados em conjunto para criar uma estrutura rígida correspondente à ligação mais forte existente.” (O'Mahony, 2011, p.38), com propriedades térmicas e eléctricas, nomeadamente em termos de condutividade, mas permitindo manter o toque e a sensação de um típico têxtil. Desta forma, verifica-se também que com a manipulação de moléculas produzem-se microfibras, permitindo a inserção de microcápsulas contendo vários agentes ativos desde vitaminas, produtos antibacterianos, produtos hidratantes ou medicamentos, segundo Seymour (2008). A biomética constitui-se como uma inspiração para a área da nanotecnologia, tendo-se como exemplo a fibra Morphotex criada por Teijin, originando um fio que produz uma cor sem necessidade de corantes, e tendo como inspiração o comportamento da borboleta Morpho que utilizava efeitos óticos para conseguir uma camuflagem protetora na floresta Amazónia.



Figura 22 - Tecido Morphotex. (Fonte: www.asknature.org).

Para O'Mahony (2011), a biotecnologia também revela impacto no sector têxtil com a produção de fibras sustentáveis bem como de alto desempenho, visualizando-se a aplicação tecnológica de sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, de modo a modificar produtos ou processos.

Também os têxteis inteligentes e o seu rápido desenvolvimento são de grande importância no sector militar, devido à sua possibilidade de adaptação a diferentes condições atmosféricas e até mesmo a uma ação de camuflagem. Segundo Wilusz (2008), estes representam a próxima geração de materiais têxteis com potenciais oportunidades no sector da moda e do vestuário, tal como os têxteis técnicos. Neste caso, os materiais reagem a impulsos exteriores sem haver necessidade de controlá-los, estando aptos para responder ao meio ambiente, reagindo automaticamente a qualquer tipo de estímulo, como se verifica no comportamento das fibras destinadas à camuflagem relativo ao comportamento das fibras camufladas.

Deste modo, constata-se uma revolução no sector têxtil e tecnológico, onde: *“Os têxteis estão transformando a tecnologia da informação em interfaces usáveis que integram o software, dispositivos de comunicação, sistemas de vigilância e sensores tácteis em forma de fibra.”* (Quinn, 2010, p.7), permitindo esta mudança dos têxteis uma real e constante interação do corpo com o meio ambiente.

Ainda segundo Quinn (2010), a nova geração dos têxteis apresenta um melhor desempenho dos mesmos, possibilitando mesmo alteração do estado emocional do seu usuário, através de diversas maneiras como a monitorização do humor, a administração de medicação, a transmissão de informações sobre o bem-estar do corpo para o ambiente que rodeia o indivíduo. Desta forma, o desenvolvimento de sensores têxteis permite a captação do estado físico e emocional de quem os utiliza devido às constantes alterações da epiderme, onde: *“Os sensores de fibra são capazes de medir a temperatura, a tensão/stress, presença de microrganismos e respetivo odor típico, sendo fibras tipicamente inteligentes que podem ser diretamente aplicadas aos têxteis.”* (Seymour, 2008, p.17). Logo, torna-se relevante refletir sobre os têxteis eletrónicos, onde a relação entre a tecnologia e os materiais têxteis se visualiza perfeitamente, pois: *“Um têxtil eletrónico refere-se a um substrato têxtil que incorpora capacidades de deteção (biométrico ou externo), comunicação (geralmente wireless), transmissão de energia e tecnologia de interconexão para conectar sensores e microprocessadores (...)”* (Seymour, 2008, p.21), facilitando a ligação de dispositivos de informação dentro do próprio tecido, onde se visualiza atualmente uma preocupação com a manutenção e o carregamento de energia que estes têxteis eletrónicos envolvem, proporcionando tentativas de produção de energia sustentável.

Em suma, a evolução da tecnologia permitiu a inovação no sector têxtil e, conseqüentemente do vestuário, onde as possibilidades oferecidas pela formação estrutural dos tecidos não apresentam um fim, adaptando-se a seguinte citação: *“O uso de materiais e têxteis avançados em conjunto com a pesquisa atual em nanotecnologia, biotecnologia e tecnologia digital levar-nos-á a uma “fashionable wearable” que é uma verdadeira integração da função essencial do vestuário com o design e estética.”* (Seymour, 2008, p.21).

3.3 Materiais têxteis para vestuário de proteção

O vestuário encontra-se em contacto íntimo com o corpo humano fazendo com que os tecidos utilizados desempenhem uma série de funções, nomeadamente proteção térmica, atmosférica ou proteção contra riscos químicos. Atualmente, os indivíduos de profissões de alto risco estão muito mais protegidos fisicamente e também devido a exigências legais, dado o aumento da consciência dos perigos imediatos ou de longo prazo e da evolução do sector têxtil na criação de tecidos protetores cada vez mais sofisticados, onde a proteção contra o ambiente de trabalho se revela uma constante e não uma simples exigência ocasional, O'Mahony (2011). Contudo, o vestuário não deve apenas proteger, mas ser igualmente confortável. O'Mahony (2011), exemplifica duas profissões onde a evolução dos têxteis e da

sua tecnologia inerente atuam, fornecendo a melhor proteção possível ao usuário, sendo eles: indivíduos que trabalham em linhas de alta tensão, que necessitam de uma proteção elevada contra a eletricidade, podendo esta ser conseguida com recurso à utilização de fibras de aço inoxidável Bekinox da marca Bekaert. A junção destas fibras de metal com polyester ou algodão, origina um fio híbrido capaz de transmitir uma sensação agradável ao vestir e permitir uma mais fácil lavagem. Outro exemplo é o vestuário de proteção da ILC Dover, onde o fato Chemtursion torna viável o seu uso em ambientes químicos e tóxicos, onde qualquer exposição desprotegida do indivíduo poderia levar à morte. Contudo, nenhum tipo de vestuário é adequado para todas as ocasiões, “(...) *um sistema de vestuário que é adequado para um determinado tipo de clima, poderá ser completamente desadequado para um outro tipo.*” (Li & Wong, 2006, p.192).

3.3.1 Materiais têxteis para vestuário militar

Contudo, a área militar revela-se complexa, dado que os requisitos funcionais dos têxteis militares são múltiplos, e estando os membros do exército e forças armadas entre os clientes mais exigentes ao nível dos materiais têxteis: “*Essa complexidade resulta inevitavelmente, em graves incompatibilidades. É a tentativa de resolver estas várias incompatibilidades que ocupa os esforços de cientistas e tecnólogos.*” (Horrocks & Anand, 2000, p.427), são também eles que influenciam toda a evolução verificada no setor têxtil.

Na área militar, as exigências que se impõem aos materiais fibrosos são ao nível do conforto e da proteção, nomeadamente proteção visual, térmica, mecânica, química e biológica. Para garantir um nível elevado de proteção em cada área, os materiais têxteis necessitam de ser específicos, com características e propriedades bem definidas, podendo as fibras ser utilizadas individualmente ou em mistura, como por exemplo materiais metálicos, cerâmicos, entre outros, para Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo (2011). Segundo Wilusz (2008), materiais convencionais, como por exemplo o algodão, quando combinados com determinados agentes de modo a conferir-lhe determinadas funcionalidades, como por exemplo maior poder de proteção a nível químico ou biológico, leva ao aparecimento de um material de algodão com maior valor acrescentado.

O aperfeiçoamento da tecnologia e dos materiais têxteis permitiu o desenvolvimento de uniformes militares, de melhor qualidade, mais leves e mais baratos, pois: “*Um uniforme militar precisa de ser leve e flexível para não prejudicar o desempenho nem interferir com o desempenho de uma missão. É necessário proteger um soldado contra os conhecidos, bem como os desconhecidos, riscos (...)*” (Wilusz, 2008, p.183). No uniforme militar do futuro foram incluídos alguns componentes e materiais de alta tecnologia tendo como exemplo o desenvolvimento do “*wear to forget*”, que consiste num sistema de monitorização do estado fisiológico (PSM) do indivíduo permitindo aos médicos o controlo do estado de saúde à distância, a assistência médica e planeamento do atendimento da vítima em combate. Além disso, de acordo com os autores Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo (2011), os materiais

fibrosos avançados que poderão ser aplicados para facilitar a área militar perante o campo de batalha revelam-se como: sensores à base de fibras; materiais fibrosos com capacidade de mudança de cor; fibras com memória de forma; materiais com elevada resistência ao impacto; materiais compósitos reforçados por nanotubos de carbono; fibras condutoras para aquecimento, comunicação e monitorização, entre outros, levando a proteção do soldado ao extremo.

3.3.1.1 Materiais impermeáveis

Nas operações de guerra mais extremas, os soldados não selecionam as condições climáticas ou a intensidade em que estas atividades vão decorrer, verificando-se que: *“Os soldados precisam de ser protegidos do vento, chuva e neve quando estão ao ar livre. Portanto, idealmente eles precisam de uma roupa que seja impermeável, à prova de vento e respirável.”* (Wilusz, 2008, p.196), tornando-se extremamente importante evitar a ocorrência de problemas termofisiológicos, como o risco de hipotermia ou hipertermia em soldados altamente ativos, fuzileiros navais ou forças especiais, de acordo com Horrocks & Anand (2000).

Em conformidade com Li & Wong (2006), o conceito de tecido resistente à água é definido pela AATCC (American Association of Textile Chemists and Colorists) como a capacidade para resistir à absorção e penetração da água. Nos têxteis, essa característica define-se pela repelência à água da fibra, fio ou tecido, isto é pela sua hidrofobicidade. Assim, os produtores têxteis investigam a melhor forma de proteger o indivíduo com materiais impermeáveis, havendo no mercado atual, *“(...) uma vasta gama de tecidos revestidos ou laminados, que são à prova de água e permeáveis ao vapor de água.”* (Horrocks & Anand, 2000, p.435). Estes autores dão como exemplo de tecidos barreira permeáveis ao vapor de água, os seguintes: os tecidos de alta densidade, tendo como exemplo típico o tecido de algodão Ventile e tecidos à base de microfibras de poliéster tecida; os revestimentos e películas microporosas que se apresentam com muitas variantes, onde o GORE-TEX[®] se revela como o produto mais conhecido, utilizando uma membrana microporosa politetrafluoretileno (PTFE), existindo também produtos cuja base química são os poliuretanos como o Cyclone[®], Entrant[®] e Aquatex[®]; e os revestimentos e películas hidrofílicas sólidas, com uma elevada resistência à penetração de líquidos. Por outro lado, as tecnologias típicas para transmitir resistência à água e ao vento são o acabamento, o revestimento, a película laminada e o encapsulamento de fibra, onde a tecnologia mais recente para conferir proteção do meio ambiente revela-se como o revestimento micro-fino que encapsula as fibras no tecido, para Wilusz (2008).

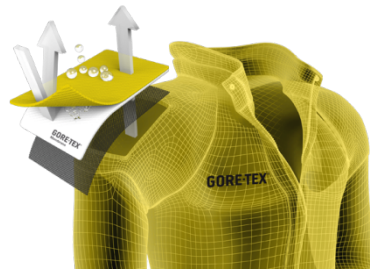


Figura 23 - Comportamento do GORE-TEX® . (Fonte: www.gore-tex.com).

3.3.1.2 Materiais retardadores de chama

Segundo Horrocks & Anand (2000), os incêndios ou fogos na área militar são deliberados ou planejados e não acidentais como a maioria dos civis. Desta maneira, os materiais têxteis militares têm sido alvo de uma grande preocupação, muito especialmente no que diz respeito aos tecidos retardadores de chama, pois: *“Os ferimentos por queimaduras são uma ameaça omnipresente no ambiente militar.”* (Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo, 2011, p.4), podendo estes materiais serem utilizados em várias situações, nomeadamente para vestuário de proteção de bombeiros, para equipas de deteção/eliminação de bombas, para proteção nuclear, biológica e química, para as forças navais, para tripulações de tanques, para tripulação de veículos, para forças especiais, entre outras. Ao nível dos equipamentos, estes materiais têxteis podem ser utilizados em tendas, abrigos, capas e roupas de cama.

Assim, para os autores Horrocks & Anand (2000), a gama de produtos retardadores de chama mais utilizados a nível militar são: algodão tratado com Proplan®, que é um acabamento resistente a muitas lavagens e com uma boa proteção, baixo encolhimento térmico num incêndio, embora liberte fumo quando ativado; as fibras meta-aramidas que possuem uma boa durabilidade, baixo índice tóxico e pequena libertação de fumo; e lã tratada com hexafluoro-titânio incolor ou tratamentos complexos de zircónio (Zirpro®), apresentando boas propriedades de isolamento térmico para tarefas de alto risco. Já para Wilusz (2008), o tecido Defender™M torna-se resistente à chama, auto-extingue-se e não derrete nem goteja, sendo este composto por 65% FR rayon , 25% paramid e 10% de nylon impresso com o padrão de camuflagem. Além disso, de acordo com os autores Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo (2011), o Nomex® (meta-aramida) e Proban® (aditivo químico) exemplificam os materiais mais utilizados para vestuário de combate contra fogo e anti-explosões. Por consequência, estes materiais têxteis, por exemplo o Nomex®, são testados em manequins térmicos, como o “Thermo-Man” da empresa DuPont, já referenciado anteriormente.



Figura 24 - a) Nomex®; b) Manequim térmico “Thermo-Man”. (Fonte: www.dupont.com).

3.3.1.3 Materiais de proteção balística

A evolução tecnológica permitiu um grande avanço a nível da proteção pessoal contra agressões mecânicas, “(...) passando-se das pesadas armaduras em ferro para coletes e fatos leves e confortáveis.” (Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo, 2011, p.5), concluindo-se que os coletes à prova de bala são artefactos militares ou policiais que protegem o indivíduo contra diferentes projéteis balísticos. Assim, Horrocks & Anand (2000), revelam que a maior parte das baixas militares são efetuadas a partir de dispositivos de fragmentação ou de projéteis com alta velocidade, mas a principal causa dos ferimentos civis, incluindo os polícias, remetem para a utilização de projéteis de baixa velocidade como as armas de mão de curta distância.

Deste modo, os materiais utilizados para este tipo de proteção, segundo Horrocks & Anand (2000), têm como base poli-para-benzamida, ou poli-para fenilenotereftalamida, onde fibras como Kevlar® (DuPont) e Twaron® (Enka) se apresentam como os nomes mais comerciais no mercado, desenvolvendo-se também fibras de polietileno (GSPE), como a Dyneema® (DSM) e Spectra® (Allied Signal). Já Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo (2011), evidenciam também a aplicação de fibras de aramida como o Kevlar® para produzir coletes à prova de bala, pois esta fibra revela-se resistente ao calor e torna-se sete vezes mais resistente que o aço por unidade de peso. Os coletes de proteção balística podem ser projetados com 16 a 20 camadas de tecidos, sendo estas intercaladas com camadas de resina, de modo a obter uma maior rigidez. Segundo Wilusz (2008), surge a novidade M5®, um material que se baseia no poli {diimidizado pyridinylene|piridinileno(dihidróxido) fenileno } de modo a proporcionar uma redução de 42% de peso para uma armadura relativamente ao KM2 Kevlar®.

Em suma, a proteção mecânica também se obtém através de tanques e capacetes no campo de batalha militar.



Figura 25 - a) Kevlar®; b) Armadura corporal militar. (Fonte: www.dupont.com).

3.3.1.4 Materiais de proteção química e biológica

A guerra biológica e química é uma ameaça constante e também numa “(...) das maiores ameaças silenciosas para o mundo.” (Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo, 2011, p.5), pois os agentes tóxicos podem ser produzidos facilmente e os seus efeitos podem ser letalmente e emocionalmente terríveis. Para Horrocks & Anand (2000), os agentes biológicos clássicos que incluem bactérias ou viroses podem adquirir atualmente, formas geneticamente modificadas, adicionando-se outras toxinas, bio-reguladores, entre outros. Assim, verifica-se os seguintes exemplos clássicos: o agente mostarda composto por bis-(2-cloro-etil) sulfureto como um dos mais comuns que ataca o indivíduo na pele e no sistema respiratório, e os agentes nervosos compostos por organofósforos, como Tabun (GA), Sarin (GB), e Soman (GD), que afetam a transmissão de impulsos nervosos no sistema nervoso.

Desta forma, os dispositivos de proteção primários e essenciais para o indivíduo são os do tipo nasal, isto é máscaras de respiração, projetados para um filtrar para fora e desativar as espécies tóxicas. Porém, como os agentes intervêm em todo o corpo torna-se necessário a utilização de vestuário de proteção de corpo completo, onde este tem de ser impermeável, mas respirável, possibilitando a saída do calor impedindo a entrada de vírus e bactérias entre as fibras. Os sistemas mais atuais de roupa, segundo Horrocks & Anand (2000), usam carvão ativado a um substrato têxtil para absorver o vapor do agente. Para Fangueiro, Guise, Rosado, & Rebelo (2011), a fibra Tyvek®, composta por 100% de polietileno, resulta numa ótima ação barreira, com atividade anti-microbiana quando exposta aos microrganismos, devido às elevadas propriedades de resistência ao rasgo, durabilidade e respirabilidade. Além disso, segundo Wilusz (2008), o fato JSLIST representa-se como o atual estado-da-arte do sistema CBD (Defesa Biológica e Química) militar dos EUA, apresentando as seguintes vantagens: proteção contra uma ampla gama de agentes químicos conhecidos e desconhecidos, produtos químicos, bio aerossóis, materiais industriais tóxicos, redução de peso devido ao calor, maior durabilidade e poder de auto desintoxicação.



Figura 26 - Tyvek®. (Fonte: www.dupont.com).

Capítulo 4

Design de Moda

4.1 A abrangência do termo Design

Quando se estuda o design e o papel do designer na contemporaneidade constata-se uma série de perspectivas sobre a temática que os envolve, pois o âmbito do design revela-se enorme, com uma presença variada de estilos e qualidades nos produtos individuais desenvolvidos, acrescentando-se a esta abundância outra problemática, isto é, a das “(...) histórias e teorias da conceção que também são extremamente diversificadas, representando uma grande variedade de crenças sobre o que é o design, como deve ser praticado, e com que finalidade.” (Buchanan & Margolin, 1995, p. 23).

Segundo Buchanan & Margolin (1995), o designer deve aplicar com sucesso uma integração de todos os requisitos que equilibram as expectativas racionais, sensoriais e emocionais do utilizador individual e da sociedade, sendo crucial a capacidade do designer de complementar e aproveitar a profundidade do conhecimento presente noutras especialidades, pois: “*Torna-se necessário entender que a estética não é simplesmente um exercício visual, mas sim o equilíbrio adequado e harmonioso de tudo o que o utilizador precisa e quer, dentro das limitações técnicas e sociais.*” (Buchanan & Margolin, 1995, p. 6). Desta maneira, para Braddock & O’Mahony (1998), verifica-se uma abordagem mais interdisciplinar na forma como os designers trabalham, havendo envolvimento de especialistas de outras disciplinas e do trabalho em equipa. Esta multidisciplinaridade também se deve à implementação de materiais e técnicas altamente sofisticadas, provocando uma maior complexidade na tarefa do designer, forçando o mesmo a reexaminar muitas das suas práticas de trabalho e consequentes mudanças na prática do design, citando-se que: “*O Design não é mais considerado como uma tarefa de apenas uma pessoa.*” (Braddock & O’Mahony, 1998, p.131). Para Buchanan & Margolin (1995), o designer deve desenvolver um conhecimento mais profundo na área da cinestesia, preocupando-se com as diferentes maneiras com que os seres humanos percebem e interagem com os objetos físicos. Acrescentam-se ainda, as preocupações ambientais com um forte impacto sobre o produto, nomeadamente a necessidade de um novo produto, bem como o número de funções que ele pode desempenhar, o que resulta em projetos muito inovadores, segundo Braddock & O’Mahony (1998).

Além disso, para Buchanan & Margolin (1995), a compreensão do equilíbrio adequado das necessidades de qualquer objeto específico pode resultar em conceitos de design que eliminam o supérfluo, valorizando o essencial, “*Os Designers lidam com questões, com as coisas que podem ser diferentes do que são.*” (Buchanan & Margolin, 1995, p. 25),

verificando-se que o domínio do design não se revela acidental, mas contestado, onde a natureza essencial do design exige ao processo e aos resultados do projeto que sejam abertos ao debate e discordância, perante os mesmos autores.

Por outro lado, para Buchanan & Margolin (1995), o objetivo do design é conseguido através de atividades de invenção e planejamento ou, através de outra metodologia, que seja útil para o designer na caracterização do seu trabalho. Todavia, em termos de design conceptual as opiniões, embora um tanto divergentes, complementam-se no pensamento essencial do processo de design. Assim, para os autores Roozenburg & Eekels (1995), o design conceptual retrata normalmente a fase mais importante do processo de design, pois as decisões tomadas nessa fase são o suporte de todas as fases subsequentes do processo de design. Já para Kroll, Condoor & Jansson (2001), o design conceptual reflete o processo de pensamento de gerar e implementar ideias que se tornam fundamentais e que caracterizam um determinado produto ou sistema. Para eles, este processo afeta significativamente a novidade, o desempenho, o tempo de desenvolvimento, o valor e custo. Por outro lado, o design conceptual é considerado “(...) a parte do processo de design, onde - se identificam os problemas essenciais através da abstração, se estabelecem estruturas funcionais, procurando princípios de trabalho adequados e combinando-os numa estrutura de trabalho - o caminho básico da solução é estabelecido por meio da elaboração de um princípio de solução. O design conceptual especifica a solução principal.” (Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote, 2007, p.161). Para Cross (2008), esta fase conceptual remete para a afirmação do problema e gera soluções amplas na forma de esquemas, sendo considerada como a fase que faz com que recaiam as maiores exigências sobre o designer, existindo simultaneamente mais espaço para melhorias impressionantes.

Em síntese, aplica-se a seguinte citação: “O design é uma disciplina onde a concepção do objeto, método e objetivo é uma parte integrante da atividade e dos resultados.” (Buchanan & Margolin, 1995, p. 26).

4.2 O design de moda e a evolução tecnológica

A abordagem do design de moda e a evolução tecnológica pode iniciar-se com a menção de Baldini (2005), que referencia a citação do antropólogo Ted Polhemus: “Somos a única criatura que muda intencionalmente o seu aspecto. O leopardo não pode mudar as suas manchas e o camaleão, apesar de mudar de cor, não se pergunta todas as manhãs: “de que cor quero ser hoje?” A realidade sócio-cultural condiciona, sem dúvida, todos os seres humanos a fazer essas escolhas, mas isso não nega os determinismos não-biológicos e não-genéticos do aspecto do *homo sapiens*” (Baldini, 2005, p.9).

Assim, o vestuário revela-se uma parte integrante da vida humana, apresentando uma série de funções: adorno, status, proteção e modéstia, permitindo ao usuário representar o status social, atendendo à última moda e ser apelativo esteticamente, melhorando a

qualidade de vida do mesmo, particularmente no aspeto termofisiológico e no conforto em geral, segundo Li & Wong (2006). Já de acordo com a opinião de Seymour (2008), a moda é sinónimo de estilo, adorno, decoração e vestuário no mundo contemporâneo. Porém, a mesma autora identifica também no vestuário funções sociais, psicológicas e físicas, explorando a interação com a tecnologia pois, com a integração da mesma, as funções podem ser melhoradas ou inovadas. Assim, as funções físicas do vestuário podem ser apresentadas como sendo de proteção, ocultação e atração; e as funções culturais, que incluem as sociais e as psicológicas, definem-se como a comunicação, expressão individual, estado social e económico, afiliação política ou religiosa. Por outro lado, para Baldini (2005) a linguagem do vestuário transmite informações ambíguas, salvando-se o caso particular dos uniformes, referindo-se este à moda atual, como um *patchwork* de estilos e tendências diferentes e contraditórias, sendo policêntrica, plural, polimorfa, cacofónica e que se sujeita às leis da evolução.

Destarte, adapta-se a seguinte citação: “Criatividade em moda é a capacidade de gerar novas variantes e soluções para o antigo problema de cobrir o corpo, e renovar a excitante percepção do corpo no contexto contemporâneo.” (Jones, 2005, p.8), refletindo-se sobre o processo de criação do designer de moda.

Segundo Lee (2005), historicamente, os designers de moda começaram a adoptar novas tecnologias na fabricação e confeção de vestuário, assim como usaram o imaginário da ciência e da tecnologia na tentativa de mostrar a modernidade e o progresso. Neste aspeto, verifica-se a contribuição de Elsa Schiaparelli em 1936, onde esta apresentava estampados de termómetros, telégrafos ou rádios nas coleções de moda mostrando a sua paixão pela tecnologia. Além disso, nos anos sessenta, incluiu-se o papel dos designers de moda modernistas como Pierre Cardin, André Courrèges, Rudi Gernreich e Paco Rabanne, os quais representaram uma era em que a moda não fazia referência ao passado mas focava-se no futuro, através da aplicação de produtos sintéticos nas suas coleções e de metais e plásticos.

Por outro lado, para O'Mahony (2011), a indústria do desporto tenta lançar produtos de sucesso que ajudam a alcançar medalhas para quem os utiliza, havendo uma equivalência do desporto com as passarelas da indústria da moda, onde o desempenho, o conforto e o estilo são indissociáveis neste sector. Os designers e fabricantes aproximam-se cada vez mais no seu trabalho, na tentativa de produzir o melhor tecido para aplicação numa situação específica. Assim, estes têm reconhecido e agido ao nível das necessidades do mercado emergente, tendo sido desenvolvida uma série de produtos inovadores na área da saúde, baseados na combinação dos têxteis técnicos, materiais e sistemas inteligentes, como o exemplo da figura 27, que apresenta um colete criado pela Nike concebido para aumentar o desempenho do atleta antes de uma competição em ambientes quentes ou húmidos, baixando a temperatura central do seu corpo.



Figura 27 - “PreCool Vest”, Nike. (Fonte: <http://nikeinc.com>).

Para Braddock & O’Mahony (1998), os designers de moda em todo o mundo estão conscientes que o futuro da moda está na área da tecnologia de fibra e percebem a importância da seleção dos tecidos certos para as suas coleções. Já O’Mahony (2011), acrescenta que na passarela e nas lojas de artigos de moda visualizam-se têxteis que foram desenvolvidos para artigos de desporto como o esqui, snowboarding, surf, montanhismo, entre outros, concluindo-se que os artigos que são apresentados ao consumidor já se apresentam com fibras de alto desempenho.

Desta forma, a incorporação da tecnologia na moda pode, segundo Seymour (2008), referir-se à interseção do design, da moda, da ciência e da tecnologia. Nesta perspetiva, pode-se referir o trabalho do grande designer Issey Miyake, um pioneiro no mundo da moda e da tecnologia. Para Lee (2005), este revela-se mais do que um designer de moda, nomeadamente um designer de confeções com o exemplo da sua linha A-POC (A Piece of Clothe), ilustrada na figura 28. De outro ponto de vista, o trabalho de Hussein Chalayan revela-se como inspirador na tecnologia, com o exemplo das peças de vestuário da coleção “One Hundred and Eleven”, da Primavera/Verão, de 2007, apresentadas na figura 29, onde a incorporação da mesma leva a vestidos adaptáveis. Outro exemplo, mas numa vertente tecnológica bastante diferenciada, é o trabalho do designer de moda Manel Torres, com o “Spray-on dress” ilustrado na figura 30, onde este se envolve com a química criando o conceito de spray de tecido, sendo este criativamente libertador, pois as possibilidades são ilimitadas, podendo mesmo a sua aplicação transcender a moda para outras áreas de aplicação.



Figura 28 - “A-POC”, Issey Miyake. (Fonte: <http://siliconangle.com>).



Figura 29 - “One Hundred and Eleven”, Hussein Chalayan. (Fonte: <http://www.fmvmag.com>).



a)



b)

Figura 30 - a) “Spray-on dress”, Manel Torres; b) “Spray-on dress”, Manel Torres (Fonte: www.fabricanltd.com).

Assim, para Seymour (2008), com a envolvente tecnológica, surgem os “*fashionable wearables*” que são definidos como peças de vestuário, acessórios ou mesmo jóias que

incorporam a estética com a tecnologia funcional, variando aos níveis da expressividade e funcionalidade, visualizando-se três casos possíveis de adaptação destes dois aspetos, sendo eles: na alta-costura onde o vestuário tende a ser mais expressivo e a funcionalidade se torna o menos importante; no desporto e na saúde onde o vestuário necessita da dualidade entre uma dada função e elegância; e, no vestuário dos trabalhadores onde a funcionalidade se torna fulcral, limitando-se a expressão pessoal devido às restrições pré-definidas e funcionalidades rígidas. Neste caso, e segundo Seymour (2008), os designers vêm o usuário das suas peças como um ser atento ao potencial das tecnologias vestíveis paralelamente ao estilo, onde a filosofia do design se relaciona com a noção de que o vestuário se torna como uma interface imediata para o meio, sendo um transmissor e recetor constante de experiências e emoções. Assim, este tipo de vestuário inteligente apresenta possibilidades ilimitadas, com grande potencial expressivo, incorporando elementos tecnológicos que podem influenciar a usabilidade, o conforto e a estética, levando contudo a preocupações de carácter ambiental devido às baterias utilizadas para gerar energia no próprio vestuário, assim como algumas implicações para a saúde quando do uso deste tipo de vestuário. Assim, acrescentam-se os exemplos da empresa Infineon Technologies com a peça de vestuário “MP3 player jacket”, apresentada na figura 31 a), que possibilita ao utilizador controlar o MP3 através da aplicação de um modulo áudio na estrutura têxtil; e o exemplo do estudo “Body as battery”, representado na figura 31 b), onde se utiliza a temperatura do corpo para carregar o vestuário eletrónico.

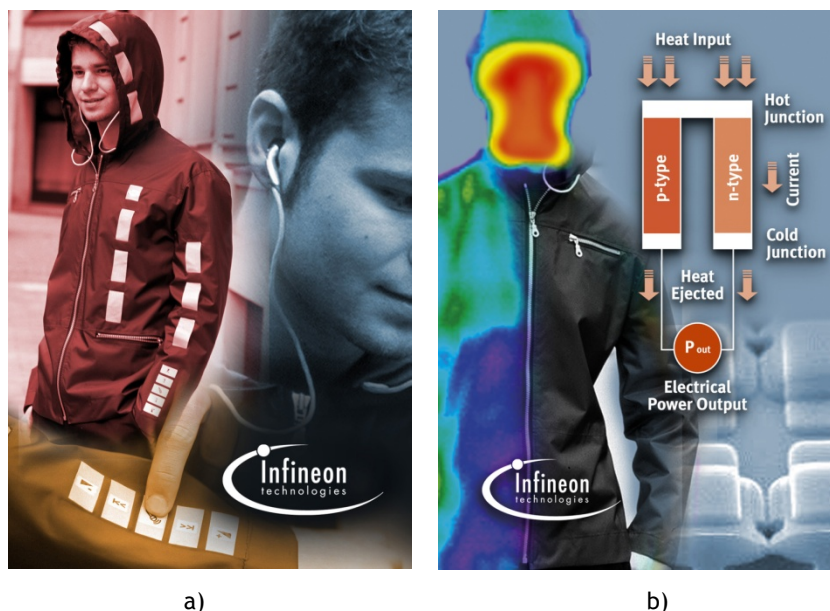


Figura 31 - a) “MP3 player jacket”, Infineon Technologies; b) “Body as battery”, Infineon Technologies.

(Fonte: www.infineon.com).

Além disso, a aplicação de circuitos eletrónicos no vestuário, como o exemplo do designer Hussein Chalayan na peça de vestuário “Airborne”, ilustrada na figura 32 a), também se verificaram a adaptação desses mesmos circuitos como fonte de inspiração para criação de

vestuário de moda, como se verifica nas peças de vestuário de algumas coleções de designers de moda, como o exemplo da peça de vestuário da coleção de Outono/Inverno de 1999/2000 do designer Alexander McQueen, para a Givenchy, (figura 32 b).

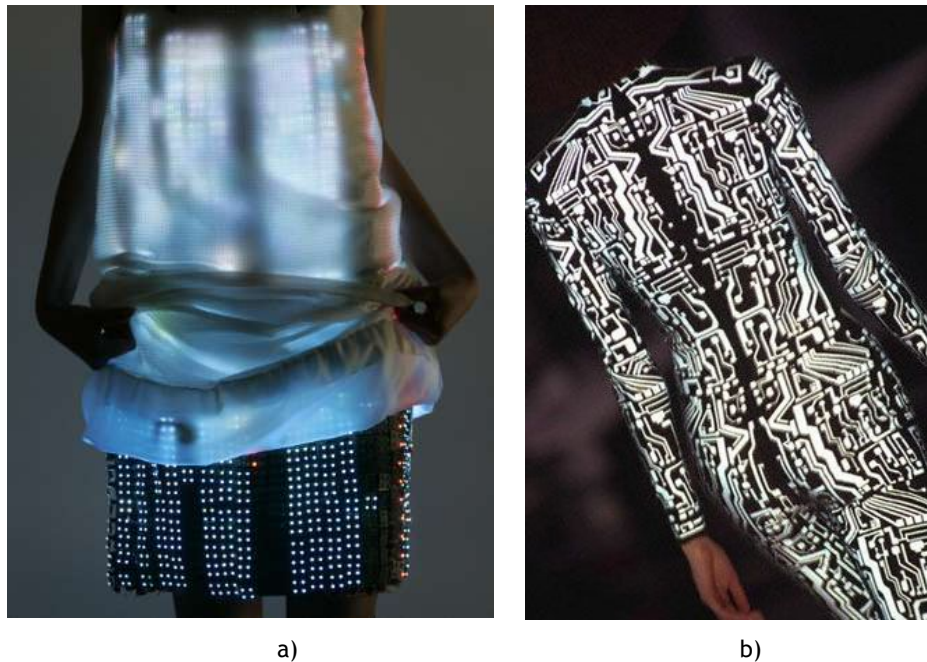


Figura 32 - a) “Airborne” Hussein Chalayan (Fonte: <http://visiveisvirtudes.wordpress.com>); b) Alexander McQueen. (Fonte: www.pinterest.com).

Para Lee (2005), um novo cenário tecnológico emerge com o desenvolvimento de eletrotêxteis e fibras inteligentes através da utilização da biotecnologia e nanotecnologia. Desta maneira, torna-se relevante referir o comportamento do designer perante algumas tecnologias que poderão nunca vir a ser realizadas, pois este motiva-se com o aproveitamento da tecnologia para promover o seu processo criativo, tentando a todo custo conseguir algo novo de alguma forma. Assim, começa-se a visualizar o termo *“haute-tech fashion”* que entrará na vida do consumidor transcendendo a funcionalidade, aplicando a invisibilidade, melhorando as experiências humanas, onde o designer de moda terá um papel fundamental para este desenvolvimento pois, *“(...) a tecnologia não é nada sem o artesanato.”* (Lee, 2005, p.18). Desta maneira, incluem-se os trabalhos que se inspiram na invisibilidade, como o exemplo da imagem de Dazed & Confused “The Difference is Clear” do fotógrafo Mike Thomas com a roupa de Hussein Chalayan, que remete para a invisibilidade na roupa através de ajuda digital, ilustrada na figura 33 a) e o exemplo da imagem da coleção de outono/Inverno de 2002, de Victor & Rolf, apresentada na figura 33 b), onde estes tentam criar a ilusão de um tecido invisível com a ajuda digital. Outro caso que se releva como o mais próximo da realidade é o exemplo do “Transparent coat” de Susumu Tachi, ilustrado na figura 34, que remete para a utilização de câmaras de vídeo onde captam a imagem de fundo do usuário projetando-a no tecido dando a sensação de camuflagem ótica.



a)



b)

Figura 33 - a) “The Difference is Clear”, Dazed & Confused (Fonte: www.andrewharlow.co); b) Victor & Rolf. (Fonte: www.dressful.com).



Figura 34 - “Transparent coat”, Susumu Tachi. (Fonte: www.123ojodeaguila.cl).

Em suma, o papel do designer de moda está a adaptar-se à tecnologia e conseqüente evolução, não havendo limites para o processo de criação, onde o impossível é refletido como uma possibilidade.

4.0 design de camuflagem

Segundo Sparks (2012), no design de um padrão de camuflagem torna-se importante uma análise adequada de requisitos de nível estratégico e tático, pois na conceção de um padrão de camuflagem para um uniforme, e para sua aprovação, precisa-se de efetuar uma análise aprofundada tal como uma série de decisões estratégicas. Neste caso, questiona-se a sensatez na mudança de um padrão de camuflagem, através da ineficácia do padrão ou da identificação de uma ameaça atual ou futura, proporcionando uma justificação para um processo de mudança de design. Conseqüentemente, torna-se relevante a averiguação das necessidades para a investigação do mesmo, tal como o apoio monetário necessário para que

a sua execução seja possível, envolvendo-se as fases de pesquisa, design, teste e avaliação, verificando-se processos demorados e dispendiosos. Assim, só com a aprovação do projeto do padrão de camuflagem é que este pode ser implementado, havendo o envolvimento da indústria têxtil para a aquisição e produção de tecidos, tal como corantes com propriedades especiais e processos de impressão, onde esta tem de ser capaz de produzir impressões com as normas exigidas, tal como com as propriedades especificadas, perante a mesma autora.

Por outro lado, as dimensões do equipamento também determinam o design, como o exemplo dos veículos de grande porte em que se aplicam padrões de grandes dimensões, e dos uniformes onde os padrões são de pequena dimensão. Desta forma, conclui-se que: “*O design está intimamente ligado com a doutrina.*” (Sparks, 2012, p. 21), onde a ameaça prevista juntamente com o meio ambiente revelam um papel importante, pois se a ameaça prevista apresenta tecnologia avançada como os detetores térmicos ou óculos de visão noturna, a camuflagem visível não será a única a ser considerada, revelando-se a importância da camuflagem térmica. Acrescentam-se ainda as considerações sobre o compromisso com o ambiente, onde os padrões serão mais verdes em áreas florestais e mais acastanhados em áreas desérticas, como já referenciado anteriormente.

Capítulo 5

Desenvolvimento experimental do projeto

5.1 Pesquisa efetuada no âmbito do desenvolvimento experimental do projeto

O desenvolvimento de qualquer projeto passa por várias fases, algumas das quais decorrem simultaneamente. Assim, este trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica decorrendo a revistas, livros, artigos científicos e sites específicos em que se inseria o projeto. Houve, igualmente participações em conferências da especialidade, como por exemplo a conferência relativa à “Proteção Pessoal”, inserida no projeto “Fibrenamics”, na Universidade do Minho, realizada em Guimarães, em 24 de Outubro de 2012.

Foi igualmente feita uma visita ao Regimento de Cavalaria Nº6, de Braga, com o objetivo de analisar as redes de camuflagem térmicas usadas pelo exército, tendo sido possível verificar algumas das potencialidades do material que equipa as viaturas Pandur do exército.

Assim, a fase seguinte consistiu na escolha e seleção dos diferentes materiais têxteis a usar no desenvolvimento do projeto, tendo-se seguido a realização dos respetivos ensaios térmicos.

A partir dos resultados obtidos a nível de comportamento térmico, foram selecionados os materiais/estruturas têxteis a utilizar na conceção do protótipo e, seguidamente foi avaliado o referido comportamento quando o coordenado final estava a ser usado pela modelo.

5.2 Estudo experimental

No decurso do estudo para o desenvolvimento experimental do projeto, foram surgindo novos tecidos e materiais têxteis o que justificou a realização de vários ensaios térmicos a fim de obter a seleção dos que iam complementar o coordenado idealizado, tais como os padrões a serem aplicados. Os primeiros testes térmicos efetuados permitiram o estudo de contrastes resultantes da emissividade dos materiais, focando-se o estudo no comportamento de materiais têxteis escuros e metálicos, e resultantes da espessura dos materiais. Neste segundo caso, aplicaram-se diferentes camadas de tecidos de modo a interferir no efeito de camuflagem térmica e no isolamento térmico do indivíduo. Para estes ensaios térmicos foi empregue uma placa térmica com $0,42 \text{ m}^2$ de superfície e aquecida electricamente por efeito de Joule. Neste caso o fornecimento de energia à placa foi garantido por intermédio de uma fonte de tensão variável. As imagens térmicas foram

captadas com uma câmara de termografia, modelo i7, da marca FLIR®. Foi usado, adicionalmente, um termopar de contato, do tipo T, no processo de ajuste da temperatura da placa. Os ensaios experimentais decorreram no Laboratório de Termodinâmica Aplicada e Transmissão de Calor do Departamento de Engenharia Electromecânica na UBI. Podem observar-se na figura 35 fotos de alguns dos equipamentos referidos.

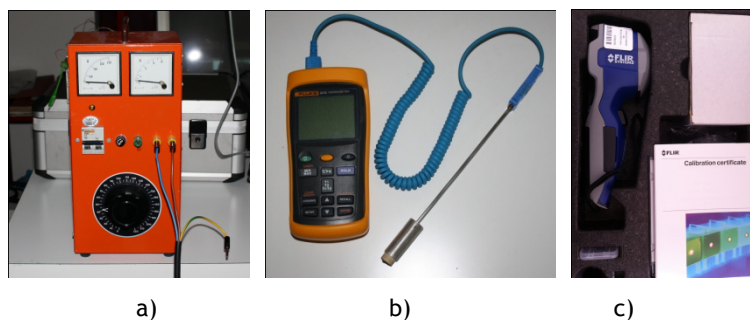


Figura 35 - a) Fonte de tensão variável; b) Termopar de contato; c) Câmara de termografia. (Fonte: autor).

Posteriormente, e após a seleção dos materiais têxteis de maior interesse para o âmbito do presente estudo, foram realizados com o coordenado.

5.2.1 Materiais têxteis/estruturas estudados

Como foi já referido, o estudo experimental compreendeu duas fases principais. A primeira dessas fases teve como objectivo seleccionar os materiais têxteis/estruturas a utilizar na concepção do coordenado. Na sua totalidade, esta fase do estudo experimental envolveu a análise de um elevado conjunto de materiais têxteis/estruturas cujas principais características, tipologia e composição, se apresentam na tabela abaixo.

Tabela 1 - Materiais têxteis utilizados nos ensaios térmicos. (Fonte: autor).

Materiais têxteis	Estrutura têxtil	Composição
M1	Malha 8310	55% Wo; 45%PP
M2	Malha 7237/9560 - Memb/FP 310	78% PES; 15% PU; 7% Dorlastan
M3	Malha 4250/FP40/7188	40% PES Coolmax; 33% PA; 16% EA; 11% Pu
M4	Malha 8326 Xstatic®	96% PES; 4% Xstatic®
M5	Malha 8055	100% PP

M6	Malha 8211 OUT	73% Outlast; 27% PES
M7	Malha 7059 ET CHROMICOLOR	90% PA; 10% EA
M8	Malha 8294	52% WO; 48% PP
M9	Malha metalizada	100% Poliéster
M10	Napa	57% Poliéster; 43% Outras fibras
M11	Tecido	100% Lã
M12	Tecido	100% Linho
M13	Tecido (com brilho)	100% Seda
M14	Tecido (opaco)	100% Seda
M15	Tecido	100% Algodão
M16	Malha	100% Algodão
M17	Malha 3513	100% Poliéster
M18	Tecido (metalizado grosso)	100% Seda
M19	Tecido (metalizado fino)	100% Seda
M20	Tecido	Mistura Bekinox com outras fibras
M21	Tecido	Mistura Bekinox com outras fibras
M22	Tecido	100% Aço inoxidável
M23	Fita reflexiva	100% Poliéster
M24	Estrutura de neoprene	100% Neoprene
M25	Fio	100% Bekitex (1cabo)

M26	Fio	100% Bekitex (2 cabos)
M27	Fio	100% Prata
M28	Fio	100% Bekinox
M29	Fio de cobre	100% Cobre
M30	Linha	100% Poliéster

5.2.2 Ensaio térmico para seleção dos materiais têxteis/estruturas a utilizar no protótipo

O processo de seleção dos materiais têxteis/tecidos a utilizar no protótipo iniciou-se com o estudo de 8 amostras, M1 a M8, do conjunto das 23 amostras estudadas nesta fase. As referidas amostras foram fixadas à placa térmica por intermédio de fitas adesivas de alumínio e a placa foi posicionada na vertical. Pretendia-se que a temperatura na superfície da placa apresentasse um valor próximo de 36 °C. Assim, após a realização de alguns ensaios preliminares concluiu-se que a tensão a fornecer ao circuito de aquecimento da placa deveria ser, neste caso, igual a 35 V. Após atingir-se a condição de regime permanente, foram efetuadas imagens térmicas das amostras, que se apresentam nas figuras 36 e 37. As referidas imagens foram captadas a uma distância de 1,5 m, na situação em que se captou a totalidade da placa, e a uma distância de 60 cm, no caso em que se captaram imagens individuais para cada amostra. De forma a captar com maior detalhe o desempenho da amostra M7, tecido termossensível, a distância foi, neste caso, de apenas 30 cm. Da observação das imagens térmicas obtidas, concluiu-se que a cor correspondente às diferentes amostras não variava radicalmente, apresentando ambos os tecidos tonalidades de laranja ou amarelo. Ainda assim, destacou-se a amostra M2 apresentando melhores propriedades de isolamento térmico. Por outro lado, o padrão do tecido termossensível com ref^a.M7 esbateu-se visualmente em contacto com a placa aquecida. Contudo, em termos de imagem térmica o padrão revelou-se, concluindo-se existir um certo efeito de camuflagem.

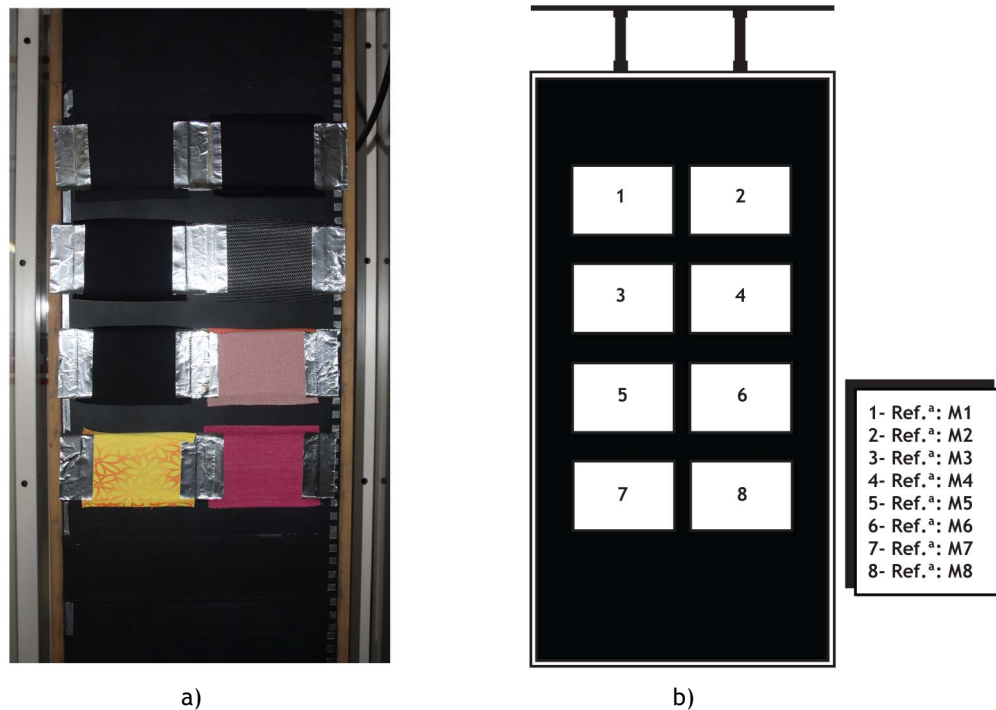


Figura 36 - a) Fotografia local do ensaio; b) Esquema da placa térmica com as referências dos tecidos.
(Fonte: autor).

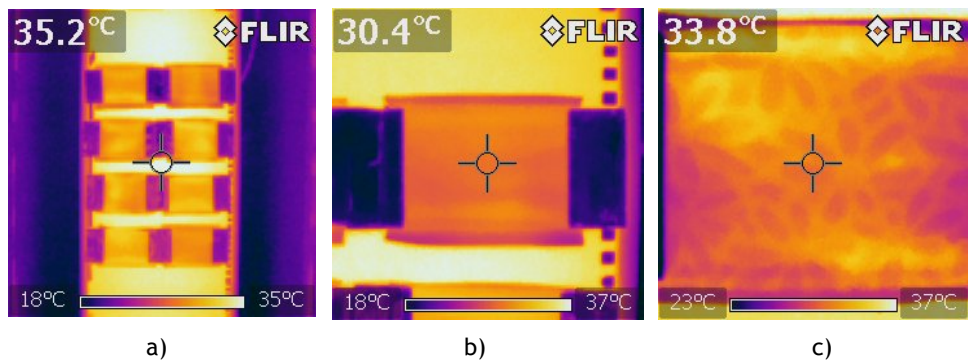
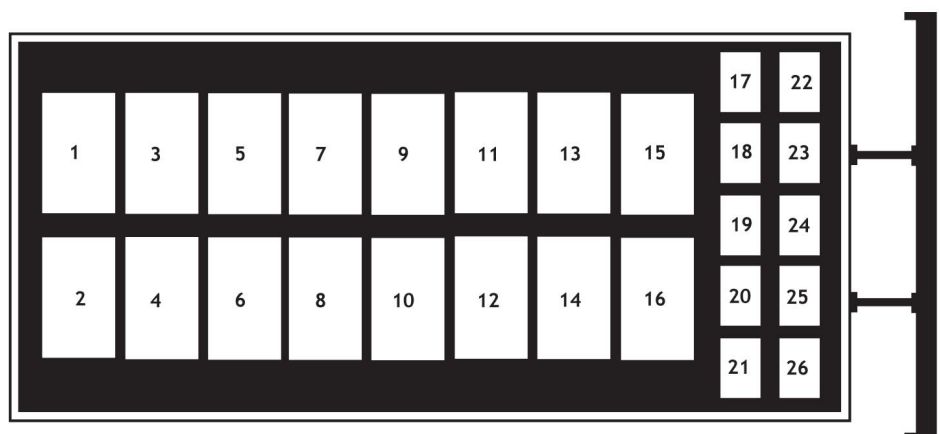


Figura 37 - a) Imagem térmica global; b) Imagem térmica Ref.^aM2; c) Imagem térmica Ref.^aM7.
(Fonte: autor).

Seguidamente, realizaram-se o segundo e o terceiro ensaios com a placa térmica. Neste ensaios foram testadas, de novo, algumas das amostra incluídas no ensaio anterior, às quais foram acrescentadas novas amostras, relativas a materiais com diferentes emissividades e espessuras, como evidenciam as figuras 38 e 39.



Figura 38 - Fotografia do ensaio no local. (Fonte: autor).



1- Ref. ^a : M7	6- Ref. ^a : M3	11- Ref. ^a : M13	16- Ref. ^a : M10	21- Ref. ^a : M19	26- Ref. ^a : M29
2- Ref. ^a : M6	7- Ref. ^a : M2	12- Ref. ^a : M14	17- Ref. ^a : M22	22- Ref. ^a : M25	
3- Ref. ^a : M1	8- Ref. ^a : M9	13- Ref. ^a : M11	18- Ref. ^a : M21	23- Ref. ^a : M26	
4- Ref. ^a : M5	9- Ref. ^a : M15	14- Ref. ^a : M12	19- Ref. ^a : M20	24- Ref. ^a : M27	
5- Ref. ^a : M4	10- Ref. ^a : M16	15- Ref. ^a : M8	20- Ref. ^a : M18	25- Ref. ^a : M28	

Figura 39 - Representação esquemática da placa térmica relativo ao segundo e terceiro ensaios térmicos. (Fonte: autor).

No segundo ensaio a placa encontrava-se igualmente à temperatura de 36°. Contudo, neste caso, a placa foi posicionada na horizontal, sobre o pavimento, de forma a facilitar o caimento dos materiais têxteis/tecidos. Estes foram fixados de novo à placa através da colocação de fitas adesivas de alumínio. Após a estabilização térmica do conjunto, captaram-

se imagens térmicas, apresentadas na figura 40, a 1,5 m de distância, no caso da totalidade da placa, e imagens térmicas individuais de cada material têxtil testado a aproximadamente 40 cm de distância dos mesmos. Observaram-se, neste caso, comportamentos e tonalidades térmicas diferenciadas, com particular destaque dos tecidos de ref.^aM2 e ref.^aM9, pois apresentaram um contraste significativo com os restantes materiais. Obteve-se uma tonalidade de amarelo esverdeado na ref.^aM2 e uma tonalidade azul escuro na ref.^aM9. O comportamento evidenciados por estas amostras veio confirmar a importância da espessura e da emissividade dos tecidos no seu desempenho quanto à camuflagem térmica. Importa ainda referir, que os fios metálicos estudados não evidenciaram grandes variações de tonalidades nas imagens térmicas, como se observa para a ref.^aM9. O mesmo se verificou nos tecidos com fibras mais convencionais, pois eram demasiado finos ou escuros.

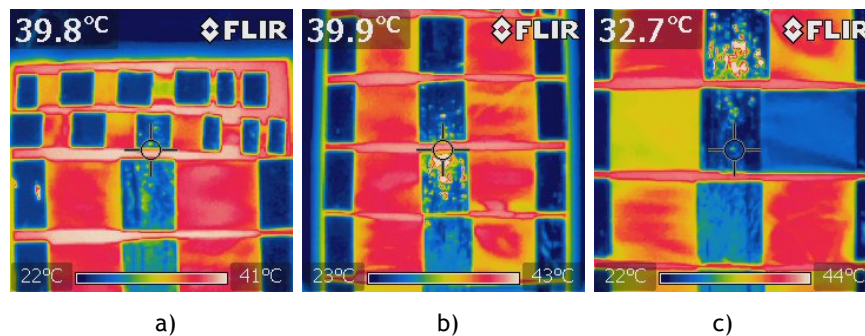


Figura 40 - a) Imagem térmica dos fios; b) Imagem térmica dos tecidos mais convencionais; c) Imagem térmica com foco nas Ref.^aM2 e Ref.^aM9. (Fonte: autor).

Na sequência do ensaio antecedente, manteve-se para o 3º ensaio o mesmo esquema e ordem dos materiais têxteis, retirando-se as fitas de alumínio aos materiais assinalados de 11 a 26 na legenda, de forma a visualizar o seu desempenho térmico no caimento natural dos mesmos e as mudanças que a presença de ar entre estes e a placa térmica poderia proporcionar. Desta forma, captaram-se imagens térmicas da placa na sua totalidade, a 1,5 m de distância, e imagens térmicas individuais de cada amostra a aproximadamente 40 cm de distância. Nesta situação, concluiu-se que as tonalidades nas imagens térmicas expandiram-se em formas onduladas à medida que os tecidos foram envolvidos pelo ar, pois estes já não estavam fixados pelas fitas de alumínio. Constatou-se, assim, que o ar poderia representar um problema para a estabilidade da tonalidade e da imagem térmica, apontando uma precaução a ter na fase de conceção dos padrões térmicos para utilização no protótipo. Apresentam-se nas figuras 41 e 42 as imagens relativas ao 3º ensaio.



Figura 41 - Fotografia do ensaio no local. (Fonte: autor).

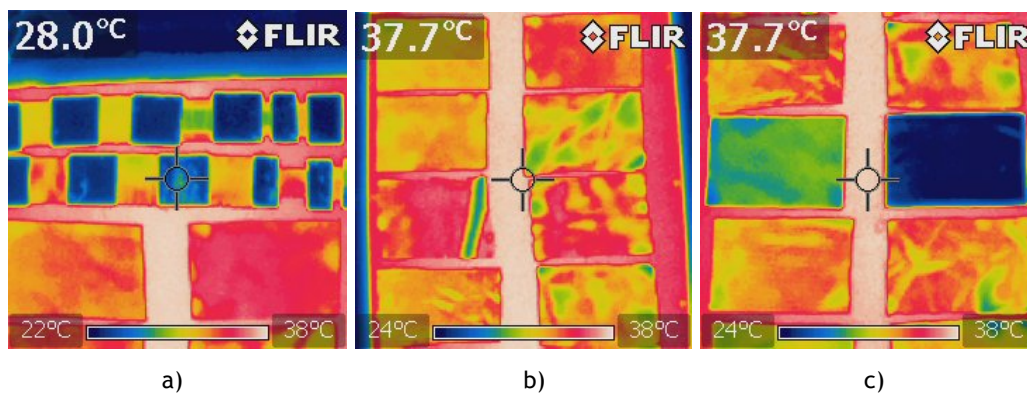


Figura 42 - a) Imagem térmica com foco nos fios; b) Imagem térmica com foco nos tecidos mais convencionais; c) Imagem térmica da Ref.ªM2 e Ref.ªM9. (Fonte: autor).

5.2.3 Comportamento térmico dos tecidos selecionados para o protótipo

Os ensaios têxteis anteriores permitiram a seleção dos tecidos mais adequados para a concretização dos padrões térmicos para o coordenado projetado, sendo eles: Ref.ªM2; Ref.ªM5; Ref.ªM9; Ref.ªM15; Ref.ªM17. Desta forma, os ensaios seguintes focaram-se no factor espessura e emissividade, onde se executaram dois painéis com um tecido base com 28 cm de largura e 47 cm de comprimento, acrescentando-se diferentes tipos de camadas rectangulares com 4 cm de largura e 9 cm de comprimento, aplicando-se alfinetes em algumas camadas e costurando-se outras. Os dois painéis assim obtidos, foram ensaiados na placa térmica para uma temperatura da placa, de novo, de 36 °C. Tal como no ensaio anterior, a placa encontrava-se na horizontal, paralelamente ao chão, de forma a facilitar o caimento dos materiais têxteis, como ilustrado nas figuras 43 e 44.

Começaram por captar-se imagens térmicas dos dois painéis de tecidos na sua totalidade, a 1,5 m de distância, e imagens térmicas individuais de cada painel a aproximadamente 40 cm, que se apresentam nas figuras 45 e 46. Verificou-se mais uma vez que a espessura e a emissividade são a chave para o sucesso na diminuição da temperatura,

destacando-se o painel com o melhor efeito de isolamento térmico. Em termos de camadas, captaram-se imagens térmicas a 20 cm de distância, destacando-se a camada 7 como sendo a mais espessa e a camada 3 como sendo a menos emissiva em ambos os painéis. Além disso, testou-se o material com ref.^aM24, assinalado a C, verificando-se uma tonalidade azulada devido ao fator espessura.

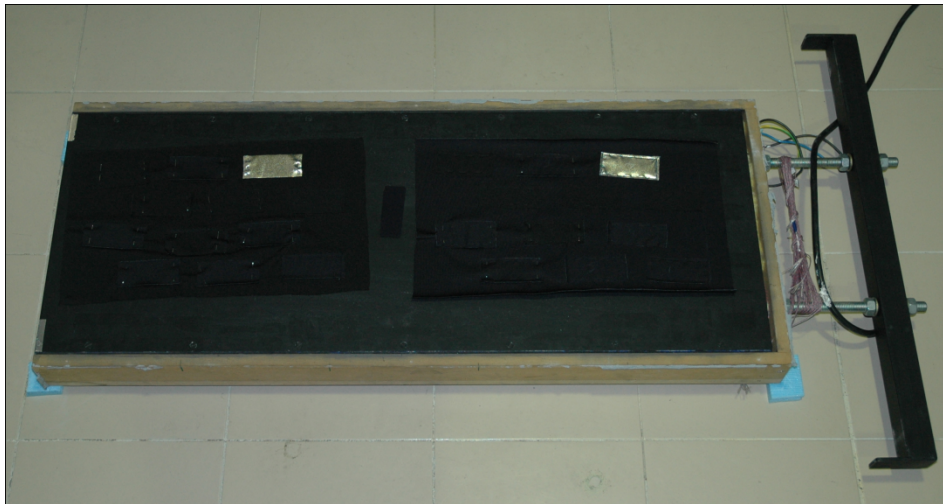


Figura 43 - a) Fotografia do ensaio no local. (Fonte: autor).

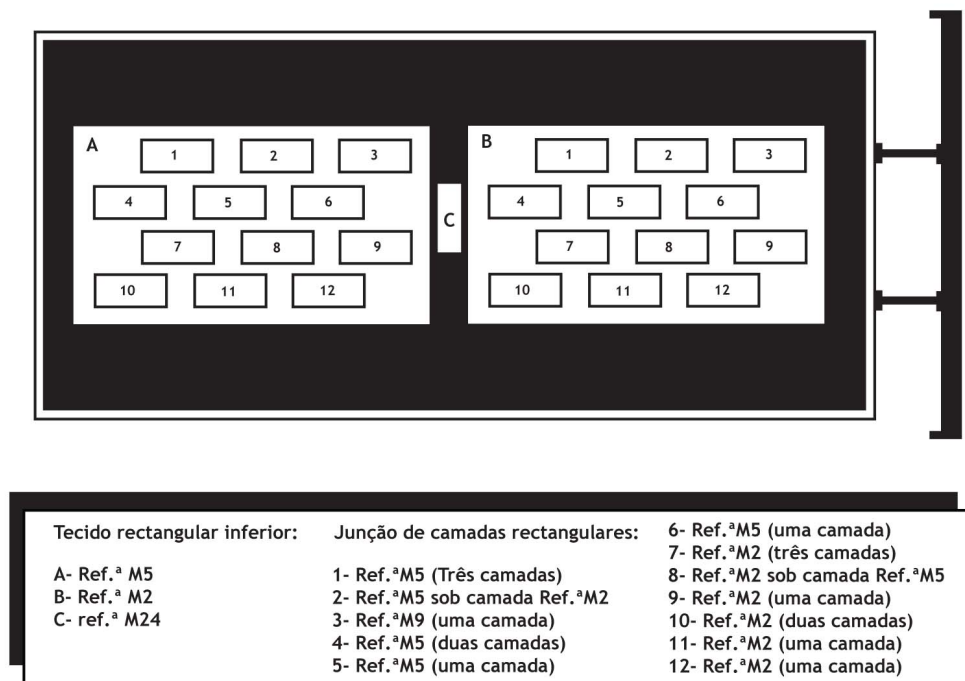


Figura 44 - Representação esquemática da placa térmica relativo ao quarto ensaio térmico. (Fonte: autor).

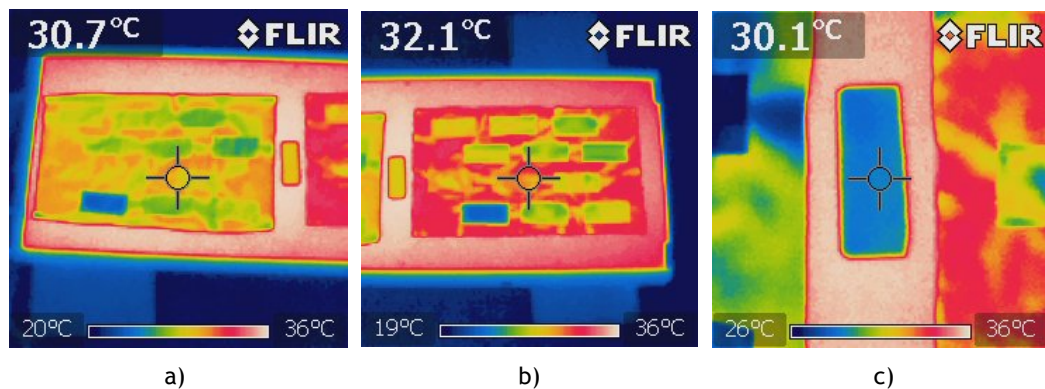


Figura 45 - a) Imagem térmica do painel B; b) Imagem térmica do painel A; c) Imagem térmica da ref.ªM24. (Fonte: autor).

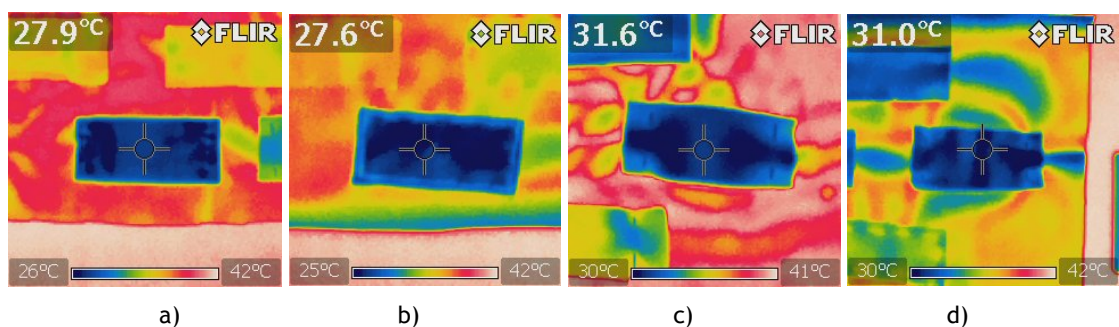
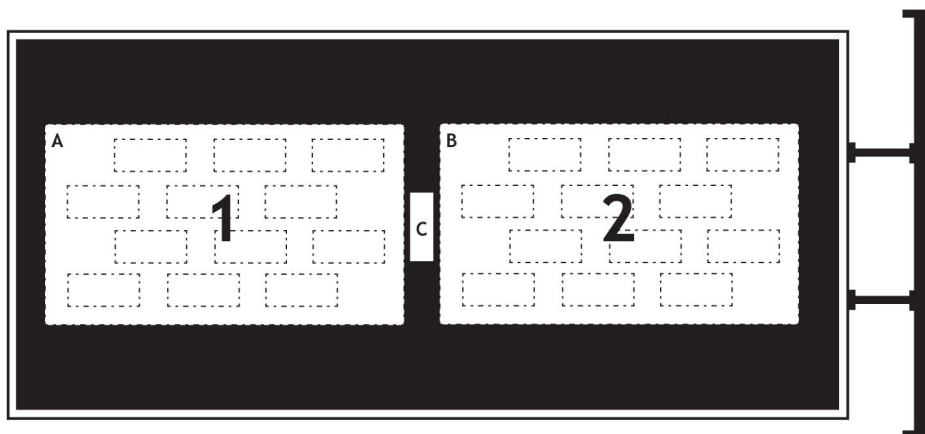


Figura 46 - a) Imagem térmica da camada 3 no painel A; b) Imagem térmica da camada 3 no painel B; c) Imagem térmica da camada 7 no painel A; d) Imagem térmica da camada 7 no painel B. (Fonte: autor).

Posteriormente, aplicaram-se os tecidos 1 e 2 representados no esquema da figura 48, sobre os painéis A e B concluindo-se, através da captação de imagens térmicas a 40 cm de distância, ilustradas na figura 49, que o tecido 2 esbateu, quase ocultando termicamente as camadas em B. Já o tecido 1 esbateu de forma mais atenuada as tonalidades na imagem térmica das camadas evidenciadas em A. Neste caso, o fator emissividade já não se evidenciou, pois o tecido 1 e 2 cobriu as camadas assinaladas em 10 no esquema anterior.



Figura 47 - a) Fotografia do ensaio no local. (Fonte: autor).



Tecido rectangular inferior:	Tecido rectangular superior:
A- Ref. ^a M5 com camadas	1- Ref. ^a M5
B- Ref. ^a M2 com camadas	2- Ref. ^a M2
C- Ref. ^a M24	

Figura 48 - Esquema da placa térmica relativo ao ensaio térmico. (Fonte: autor).

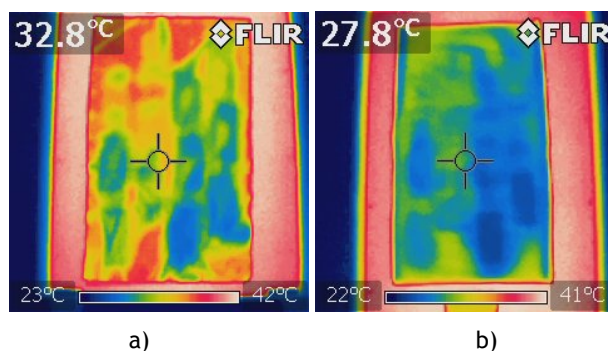


Figura 49 - a) Imagem térmica da junção do tecido 1 no painel A; b) Imagem térmica da junção do tecido 2 no painel B. (Fonte: autor)

De seguida, trocou-se a ordem dos tecidos 1 e 2, aplicando-se o tecido 1 no painel B e o tecido 2 no painel A, de acordo com as figuras 50 e 51, concluindo-se que as tonalidades do painel B não se esbatiam por completo permitindo a visualização de algumas camadas, focando-se o comportamento da camada 7. Por outro lado, o tecido 2 no painel A esbateu as tonalidades na imagem térmica do padrão proporcionado pelas camadas, concluindo-se que esta não era a melhor solução para a produção do padrão para o protótipo. Assim sendo, concluiu-se que a melhor solução para a produção do padrão térmico para o coordenado seria a aplicação do tecido 1 (ref.^aM5) sobre o painel B (ref.^aM2) e com as camadas 7 e 10 (ref.^aM2), proporcionando uma visualização térmica do padrão, ao mesmo tempo que o oculta visualmente.



Figura 50 - a) Fotografia do ensaio no local. (Fonte: autor).

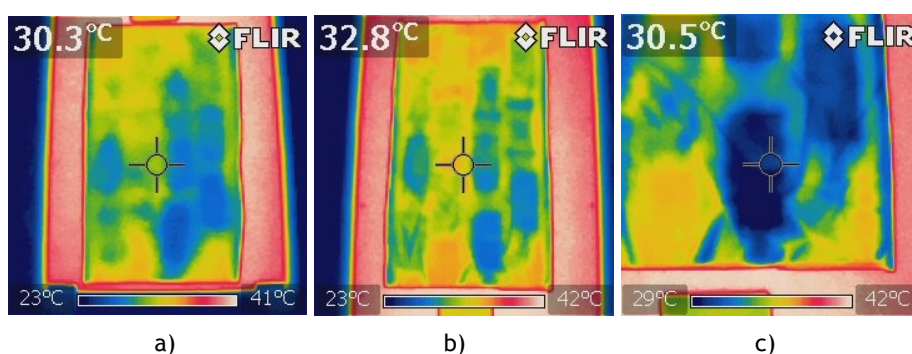


Figura 51 - a) Imagem térmica da junção do tecido 2 no painel A; b) Imagem térmica da junção do tecido 1 no painel B; c) Imagem térmica das camadas 7 e 10 na junção do tecido 1 no painel B. (Fonte: autor).

À medida que se verificou qual a melhor combinação dos materiais têxteis para a obtenção do melhor padrão térmico através da espessura, executaram-se outros ensaios térmicos relativos ao padrão que iria resultar com a alteração da emissividade, fazendo-se os mesmos testes ao comportamento térmico das costuras com os materiais selecionados.

Desta maneira, o ensaio relativo ao padrão com base na emissividade consistiu na mudança da camada 6 sob o tecido 7 assinalados na representação esquemática da figura 53. Mais uma vez, nestes ensaios térmicos a placa foi posicionada na horizontal, sobre o pavimento, e foi aquecida até 36 °C. Assim, captaram-se imagens térmicas a 40 cm de distância, representadas nas figuras 54 e 55, concluindo-se que o melhor resultado para a camada 6 seria a utilização da ref.^aM9 ou da ref.^aM9 com a ref.^aM17, pois estas não variaram na tonalidade mantendo-se um azul escuro forte. Além disso, verificou-se com o ensaio térmico do comportamento das costuras com aproximadamente 0,5 cm dos tecidos 1, 2, 3, e 4 que não havia alteração em termos de tonalidade. Todavia se as costuras se dobrassem já realçava outras tonalidades, pois envolveria o problema da espessura, que como já visualizado anteriormente torna-se fulcral para o controlo térmico. Por outro lado,

acrescentou-se o teste térmico da ref.^aM23, assinalada a 5, visualizando-se uma tonalidade azul forte devido à sua reduzida emissividade.



Figura 52 - Fotografia global da placa térmica. (Fonte: autor).

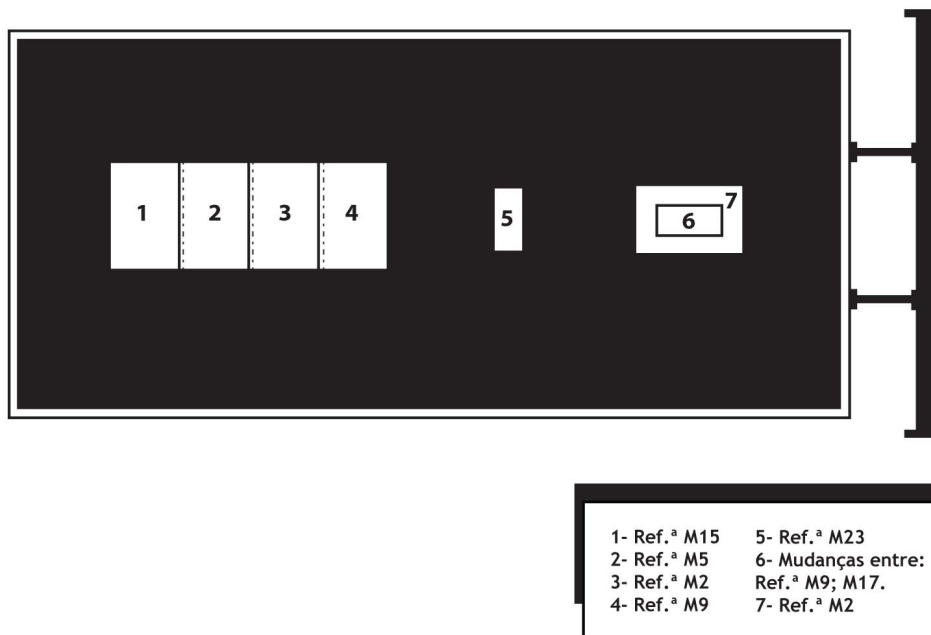


Figura 53 - Representação esquemática da placa térmica relativo ao ensaio sobre a importância da emissividade e das costuras. (Fonte: autor).

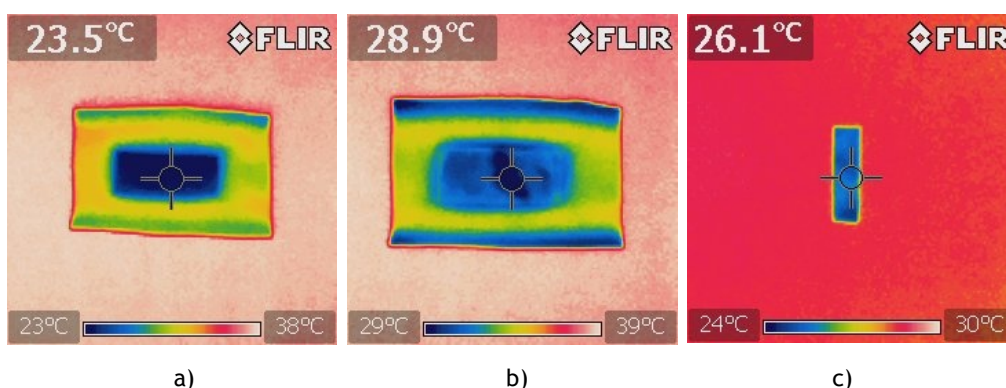


Figura 54 - a) Imagem térmica do tecido 7 com ref.^aM9; b) Imagem térmica do tecido 7 com ref.^aM9 e M17; c) Imagem térmica da ref.^aM23. (Fonte: autor).



Figura 55 - Imagem térmica relativa ao comportamento das costuras. (Fonte: autor).

5.2.4 Comportamento térmico dos padrões selecionados para o protótipo

De acordo com os ensaios térmicos antes efetuados, conseguiu-se reunir informação suficiente para a elaboração dos padrões térmicos para aplicação no coordenado final. Desta forma, realizaram-se os padrões térmicos selecionados com as medidas exatas de como iriam ficar na peça de vestuário. Para este ensaio térmico a placa encontrava-se igualmente a 36 °C e apresentava-se na horizontal, paralelamente ao chão, de forma a facilitar o caimento dos materiais têxteis. As imagens térmicas foram captadas a 40 cm de distância. O ensaio térmico dos padrões foi realizado em simultâneo na placa, como representado nas figuras 56 e 57.

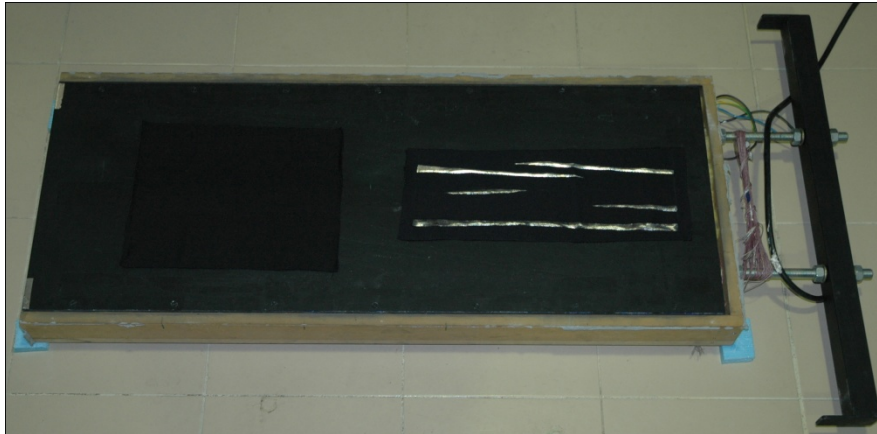


Figura 56 - Fotografia global da placa térmica. (Fonte: autor).

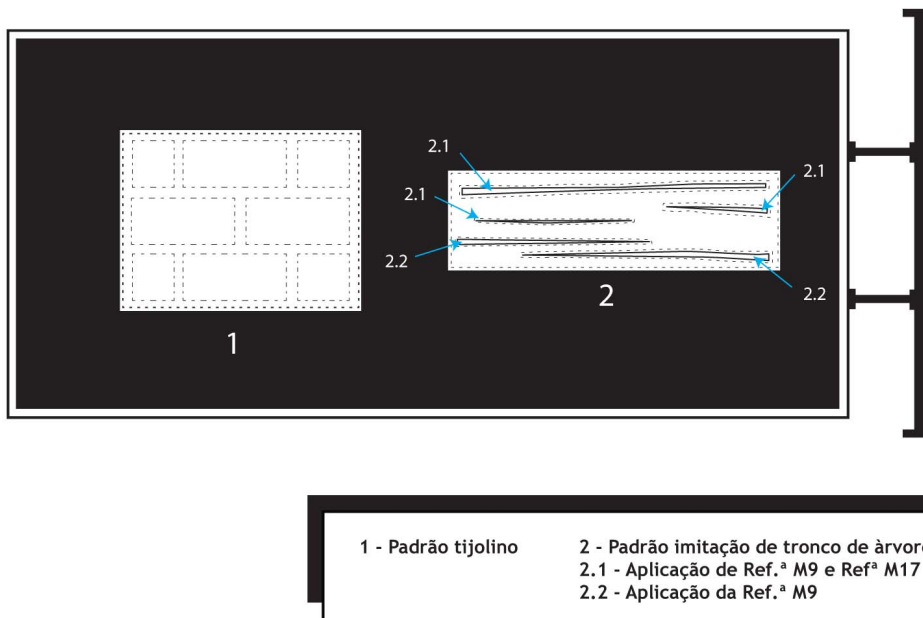


Figura 57 - Esquema da placa térmica relativo ao ensaio dos padrões. (Fonte: autor).

Assim, para o padrão 1 utilizaram-se os materiais referenciados por M2, M5 e M15, aplicados como se apresenta nas figuras 58 e 59, em termos de medidas e camadas:

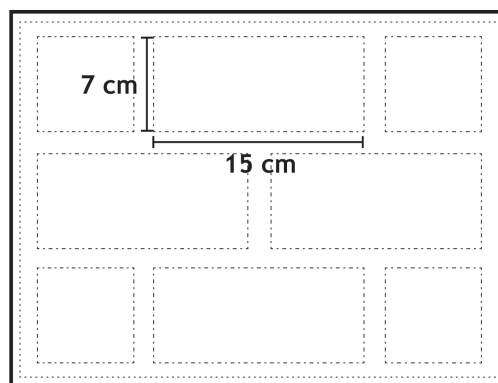


Figura 58 - Esquema com as medidas do padrão 1. (Fonte: autor).

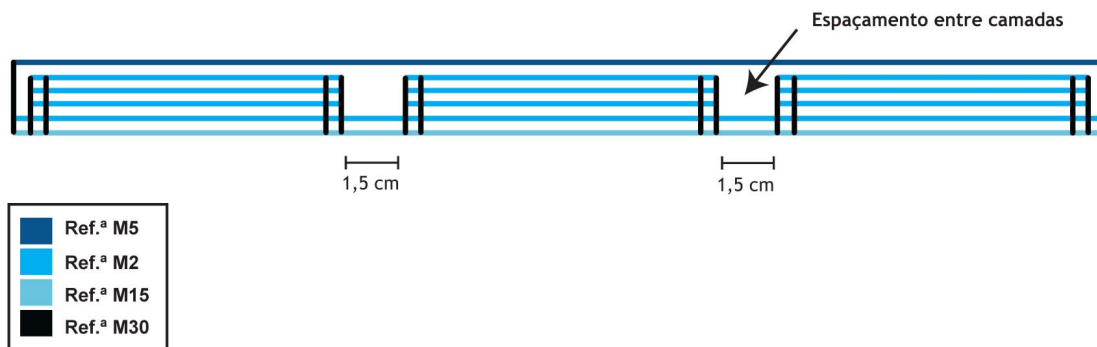


Figura 59 - Representação esquemática com a estrutura das camadas do padrão 1. (Fonte: autor).

Da análise das imagens térmicas captadas, ilustradas nas figuras 61 e 62, concluiu-se o que já era esperado, a visualização dos padrões térmicos na sua totalidade e com as tonalidades de azuis escuros no que diz respeito à espessura no caso 1 com o padrão tijolinho. Além disso, virou-se a amostra do padrão 1 com o tecido de Ref.ªM15 para cima verificando-se que os tons azulados mantiveram-se, mas o padrão esbateu-se. Já no caso 2, do padrão de imitação do tronco de árvore, o tecido com ref.ªM9 resultou melhor termicamente do que a junção dos tecidos de ref.ªM9 e ref.ªM15, verificando-se novamente tonalidades azuladas resultantes da reduzida emissividade.

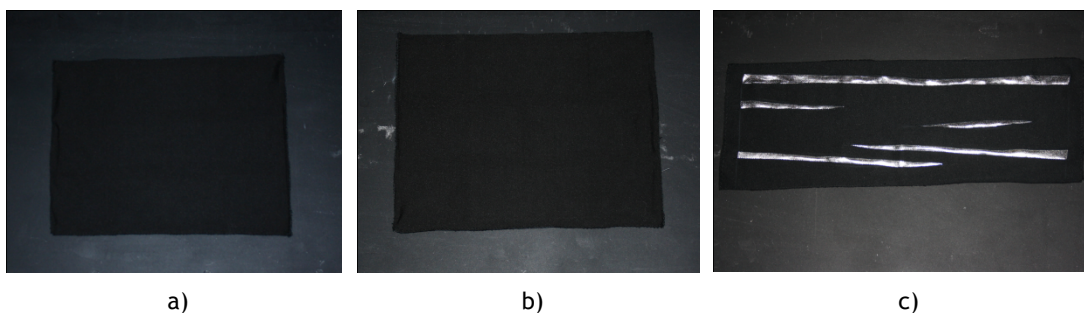


Figura 60 - a) Fotografia do padrão 1 com Ref.ªM5 para cima; b) Fotografia do padrão 1 com Ref.ªM15 para cima; c) Fotografia do Padrão 2. (Fonte: autor).

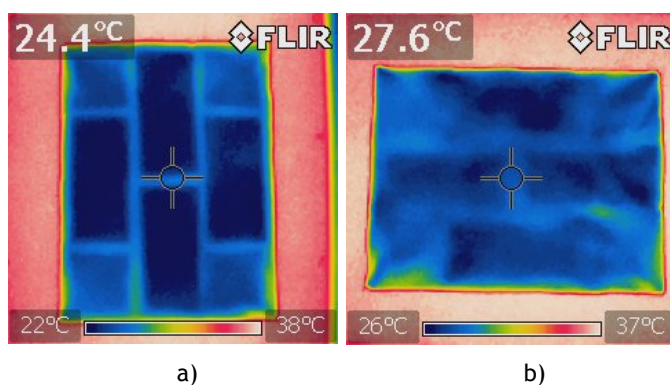


Figura 61 - a) Imagem térmica do padrão 1 com Ref.ªM5 para cima; b) Imagem térmica do padrão 1 com Ref.ªM15 para cima. (Fonte: autor).

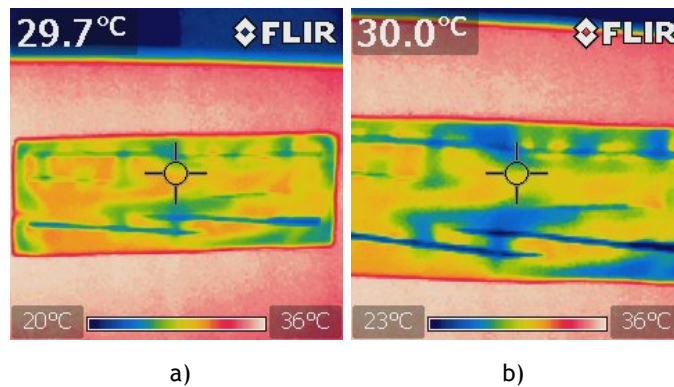


Figura 62 - a) Imagem térmica do padrão 2; b) Imagem térmica mais focada no padrão 2. (Fonte: autor).

5.2.5 Comportamento térmico do coordenado na modelo

Na sequência dos ensaios térmicos anteriores, confeccionou-se o coordenado com os tecidos e os padrões térmicos selecionados, executando-se o último ensaio térmico em laboratório, mas neste caso sobre o corpo da modelo. Para este ensaio térmico, houve um processo de produção da modelo aplicando-se a maquilhagem e executando o penteado escolhido de modo a que houvesse uma concordância entre a fotografia visual e térmica. Pelo que, após a modelo se apresentar produzida com o coordenado escolhido captaram-se fotografias e imagens térmicas a distancias desde 30 cm até 2 m. A captação das imagens, representadas nas figuras 63-71, teve lugar numa câmara térmica escura, de modo a reduzir todos os contrastes possíveis com o meio envolvente, o que permitiria obter uma melhor análise do comportamento das tonalidades nas imagens térmicas. Neste caso, concluiu-se que ambos os padrões eram visualizados quando em contacto direto com o corpo da modelo, não se visualizando o padrão tijolinho aplicado nas mangas. Além disso, observou-se que à medida que diminuía o contacto físico entre o coordenado e a modelo as tonalidades obtidas na imagem térmica mudavam, havendo casos de esbatimento, pois a presença de ar e a distância facultavam a mudança das tonalidades. Neste caso, realizaram-se imagens térmicas não apenas na gama de cores *arco íris*, como nos ensaios anteriores, mas igualmente na gama de cores *branco/preto*, visualizando-se efeitos diversos, pois os padrões visualizados com imagens térmicas coloridas mudavam de tonalidades entre verdes, azuis, vermelhos, laranjas e amarelos mais claros e escuros, refletindo-se em imagens mais confusas. Por outro lado, as imagens térmicas a preto e branco proporcionavam menos contrastes tornando-as de mais fácil perceção, não se evidenciando tanto os efeitos resultantes da qualidade do contacto físico entre o coordenado e a modelo.

Em suma, no geral o coordenado resultou bem, visualmente e termicamente, permitindo evidenciar aspetos que interferem com significado na imagem térmica do corpo

humano, como sejam a emissividade e a espessura dos materiais utilizados, a composição do próprio material, e o contacto térmico entre o vestuário e o corpo.

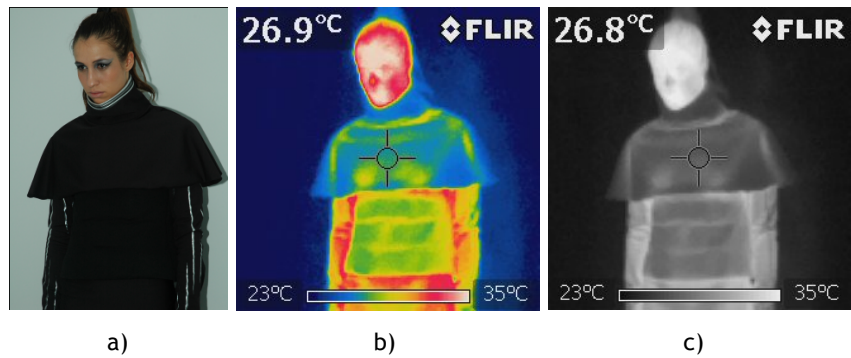


Figura 63 - a) Fotografia do coordenado na modelo no local, visualizado de frente; b) Imagem térmica do coordenado colorida; c) Imagem térmica do coordenado a preto e branco. (Fonte: autor).

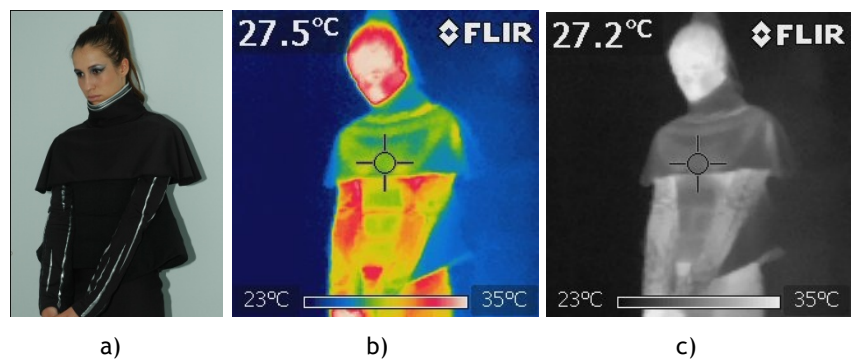


Figura 64 - a) Fotografia do coordenado na modelo no local, focando-se os padrões de perfil; b) Imagem térmica do coordenado colorida; c) Imagem térmica do coordenado a preto e branco. (Fonte: autor).

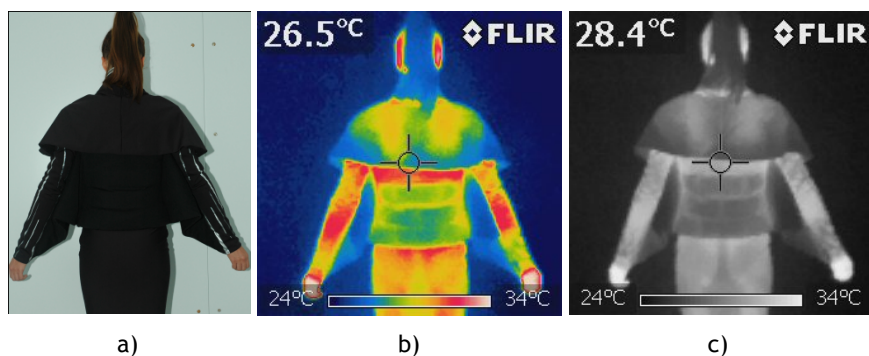


Figura 65 - a) Fotografia do coordenado na modelo no local, visualizado de costas; b) Imagem térmica do coordenado colorida; c) Imagem térmica do coordenado a preto e branco. (Fonte: autor).

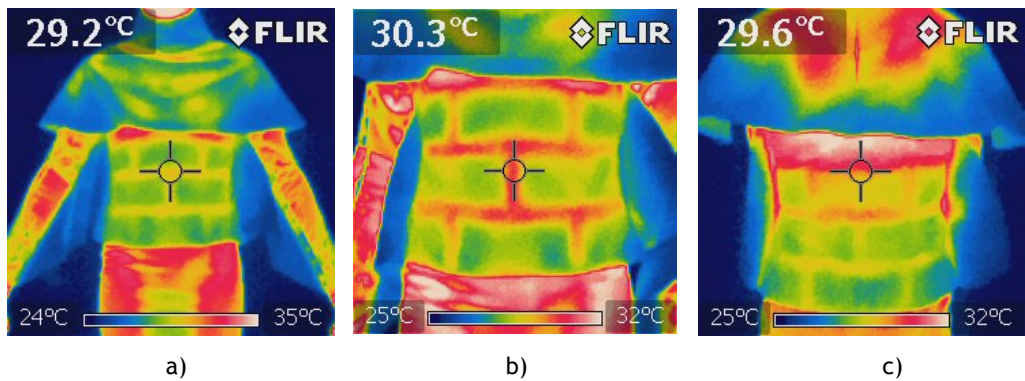


Figura 66 - a) Imagem térmica da frente do coordenado; b) Imagem térmica do padrão 1 nas frentes; c) Imagem térmica do padrão 1 nas costas. (Fonte: autor).

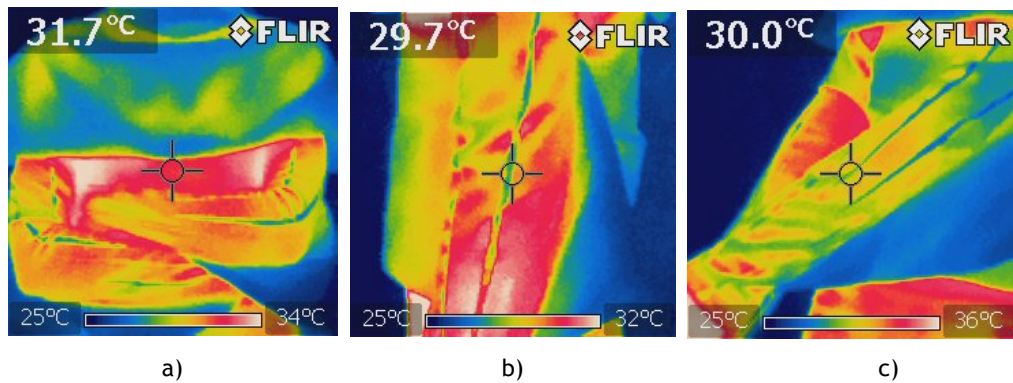


Figura 67 - a) Imagem térmica do padrão 2 em ambos os braços; b) Imagem térmica do padrão 2 na lateral; c) Imagem térmica com do padrão 2. (Fonte: autor).

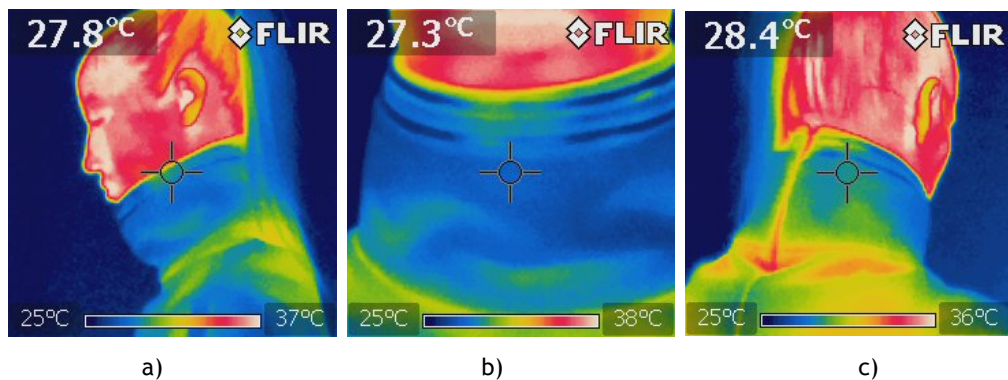


Figura 68 - a) Imagem térmica de perfil da gola; b) Imagem térmica da gola; c) Imagem térmica da gola nas costas. (Fonte: autor).

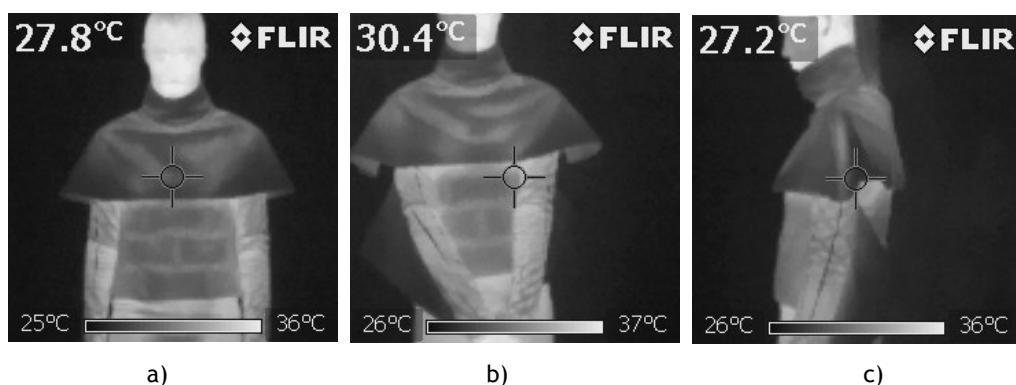


Figura 69 - a) Imagem térmica de frente a preto e branco; b) Imagem térmica dos padrões nas frentes; c) Imagem térmica de perfil. (Fonte: autor).

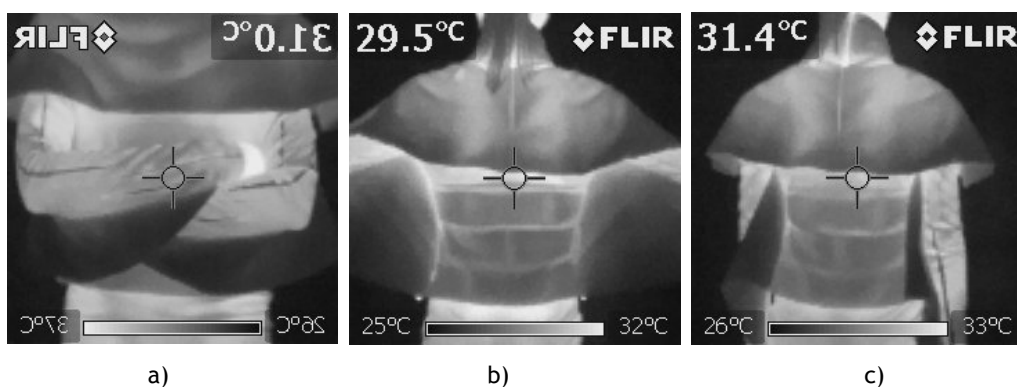


Figura 70 - a) Imagem térmica do padrão 2; b) Imagem térmica do padrão 1 nas costas; c) Imagem térmica das costas. (Fonte: autor).

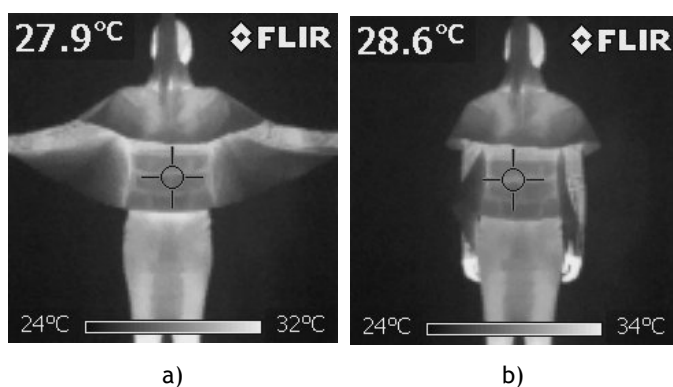


Figura 71 - a) Imagem térmica de costas com os braços abertos; b) Imagem térmica de costas com os braços fechados. (Fonte: autor).

Capítulo 6

Execução do protótipo / coordenado

6.1 Conceptualização do protótipo / coordenado

Ao longo do desenvolvimento do projeto houve etapas que, como já referido anteriormente, foram realizadas em simultâneo, dado que para a concretização do projeto, decorreu toda uma série de ensaios de experimentação em laboratório, paralelamente ao processo de conceptualização do design do coordenado, da sua execução e apresentação final. Deste modo, a partir de uma ideia momentânea e ao mesmo tempo complexa e ambiciosa efetuou-se uma vasta pesquisa de imagens, padrões e texturas alusivas ao tema da camuflagem, bem como os diversos materiais têxteis disponíveis, com o objetivo de influenciar e inspirar o surgimento de um “simples” esboço de um coordenado riscado a lápis num papel branco. Neste caso, inúmeras linhas foram desenhadas de forma a obter uma conjugação lógica entre os aspetos funcionais e estéticos presentes no coordenado conceptualizado pois, como já verificado no capítulo 5, a tonalidade, a espessura e a dimensão com que os materiais têxteis eram colocados implicavam resultados diferenciados, o que não poderia ser esquecido no processo de conceptualização de um protótipo de camuflagem térmica, onde o design representa a base fulcral que sustenta todo o projeto. Assim, na figura 72, apresenta-se a representação esquemática das diversas etapas de desenvolvimento, que envolveram todo o processo desde a ideia até ao coordenado final e respetivos ensaios.

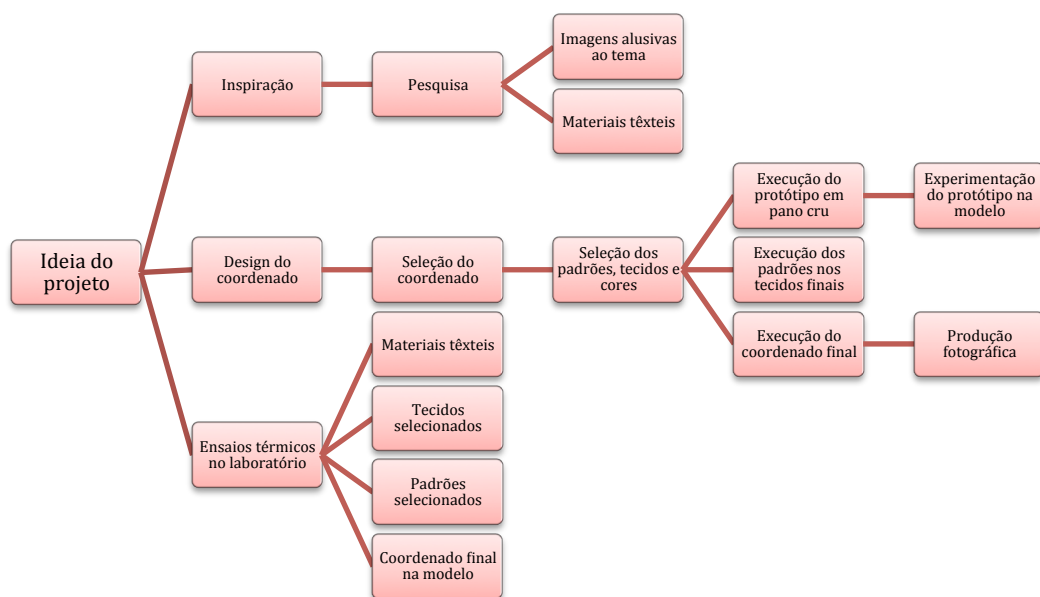


Figura 72 - Esquema do processo desenvolvido no projeto. (Fonte: autor).

6.1.2 Painel de cores

As cores escolhidas para este coordenado foram o preto e o cinzento metalizado devido ao seu comportamento térmico, como já referido no capítulo 5. Além disso, utilizou-se o preto, de modo a ocultar visualmente um dos padrões conceptualizados, mas mantendo-o visível termicamente. Já com a aplicação da tonalidade metalizada, o padrão apresentava-se visível, tanto visualmente como termicamente.

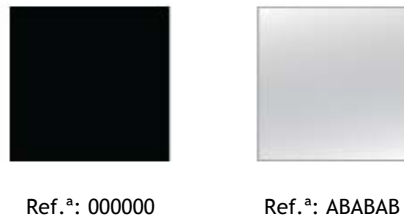


Figura 74 - Representação das cores escolhidas com as respetivas referências. (Fonte: autor).

6.1.3 Desenho do coordenado

Como descrito na secção da conceptualização do protótipo/coordenado, a ideia desenhada não surgiu à primeira, tendo sido necessário desenvolver vários esboços tendo sempre em atenção que a imagem teria que se ver termicamente, pois o processo só se revelou após muita experimentação dos materiais têxteis e consequentes estudos, que poderiam tornar viável ou não a captação da imagem térmica. Assim, começou-se a esmiuçar a ideia de camuflagem e o que se pretendia com esta no desenho, refletindo-se nas hipóteses que poderiam tornar o utilizador o mais invisível possível, ou envolvê-lo numa peça bastante complexa que levasse ao estudo de alguns aspetos da camuflagem térmica com obrigação de ser esteticamente apelativo. A segunda opção apresentou-se como a mais atrativa, focando-se no padrão do tronco de uma árvore e num padrão de tijolinhos, misturando-se formas orgânicas e geométricas. Desta maneira, várias linhas se cruzaram nas folhas de papel, optando-se pela utilização da terceira ilustração apresentada na figura 75, conduzindo a um processo de simplificação da mesma à medida que se estudavam os tecidos e seus comportamentos nos ensaios térmicos laboratoriais. Em síntese, o coordenado transformou-se principalmente com base nos seguintes pontos: na abertura das mangas, na expectativa de verificação do comportamento na presença de temperatura e na ausência da mesma, com a aplicação do padrão tijolinho; e na gola, retirando-se o padrão de imitação do tronco de árvore na camada exterior, mas mantendo os “simples” anéis que este apresenta quando cortado na horizontal, através das diversas camadas referenciadas com tonalidades metalizadas no interior da gola. Em suma, a função de camuflagem neste coordenado era um dos pontos cruciais para que este fosse possível na visualização térmica. Contudo, a liberdade de criação de silhuetas e de contrastes mantinha-se intacta ao longo do processo de desenho

das peças do coordenado, desde o simples esboço a lápis até à ilustração final retocada a computador, ilustrada na figura 76. Consequentemente, desenvolveu-se o processo de elaboração das fichas técnicas apresentadas no anexo I.

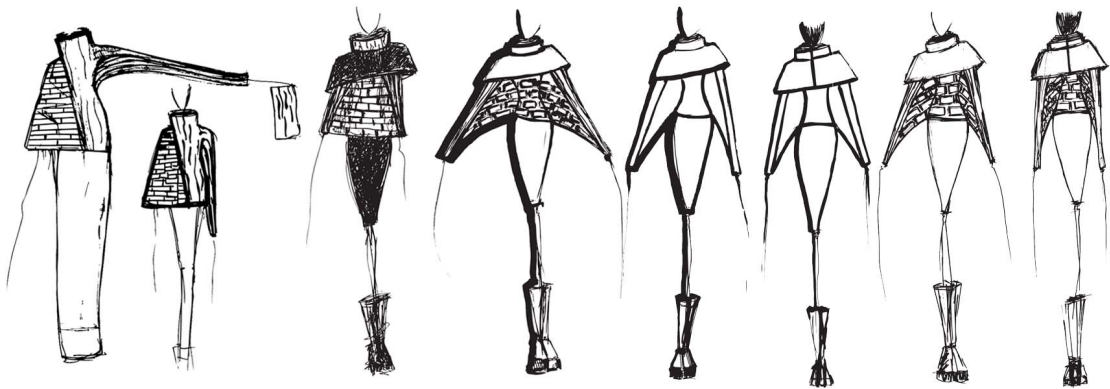


Figura 75 - Sequência conceptual do desenho do coordenado. (Fonte: autor).

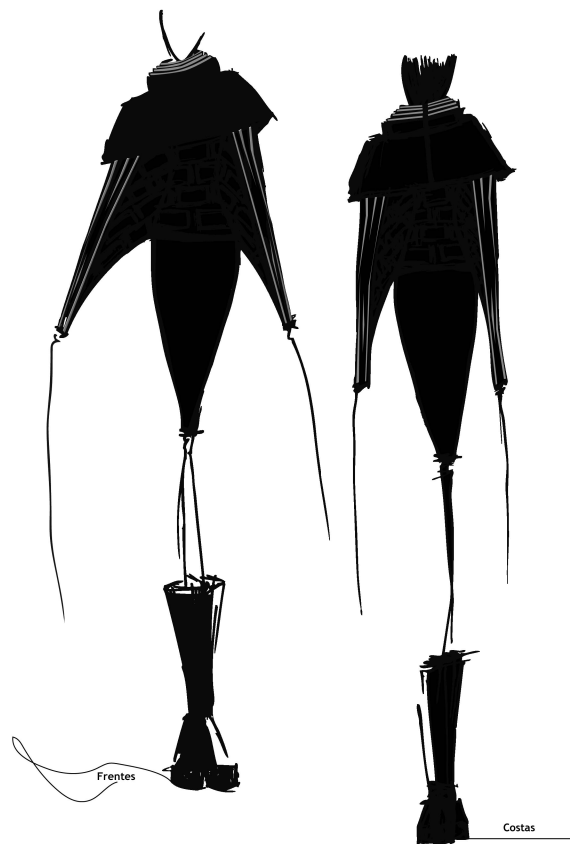


Figura 76 - Ilustração do coordenado final. (Fonte: autor).

6.1.4 Seleção das estruturas têxteis

À medida que se desenhava o coordenado e se testavam os diferentes materiais e estruturas têxteis de possível aplicação no mesmo, selecionaram-se os que iriam ser utilizados para a execução final, não fugindo à paleta inicial de cores. Desta forma, aplicaram-se as estruturas de malha representadas na figura 77.

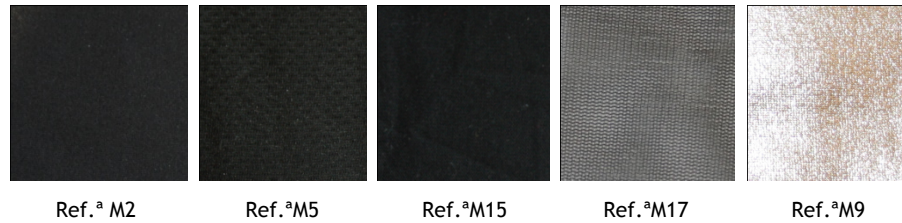


Figura 77 - Estruturas de malhas selecionadas e respetivas referências. (Fonte: autor).

6.2 Execução do protótipo e coordenado final

Após a escolha do coordenado, executou-se o mesmo em pano cru, no tamanho 36, correspondendo às medidas da modelo que iria testá-lo termicamente e vesti-lo para a produção fotográfica. Neste caso, houve um processo de modelagem das peças e dos padrões, cortando-se o tecido, alinhavando-se as peças e confeccionando-se as mesmas através de uma máquina de costura, como ilustrado na figura 78. Paralelamente à execução do protótipo em pano cru, executaram-se os padrões nos tecidos finais para os ensaios térmicos, como explicitado no capítulo 5.



Figura 78 - Execução do protótipo. (Fonte: autor).

Posteriormente, realizou-se uma prova do protótipo em pano cru com a modelo, como se pode verificar na montagem da figura 79, de modo a averiguar certas imperfeições e ajustar algumas medidas.



Figura 79 - Fotografias da experimentação do protótipo. (Fonte: autor).

Após as provas e ajustes necessários, seguiu-se a execução do coordenado final com os tecidos finais. Este processo revelou-se bastante demorado devido à estrutura complexa do coordenado e padrões nele aplicados, e dificuldades no manuseamento e confecção das malhas e padrões. A figura 80 mostra algumas das imagens deste processo final.



Figura 80 - Fotografias da execução do coordenado final. (Fonte: autor).

6.3 Produção fotográfica em estúdio do coordenado final

Após a confecção do coordenado, fizeram-se imagens fotográficas do mesmo em estúdio de modo a evidenciar o coordenado em várias posições e focar os pormenores do mesmo, maquilhando-se a modelo de modo a que houvesse um realce no olhar com a delineação do mesmo a preto. Optou-se por um penteado com um apanhado alto do cabelo utilizando-se fita preta adesiva, como representado nas figuras 81 a 84.



Figura 81 -a) Fotografia do coordenado final de frente; b) Fotografia do coordenado final de costas.
(Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).



Figura 82 -a) Fotografia do coordenado final de perfil; b) Fotografia do coordenado final com braços abertos. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).



a)

b)

c)

Figura 83 -a) Fotografia de pormenor do coordenado final; b) Fotografia de pormenor do coordenado final de frente; c) Fotografia de pormenor do coordenado final de costas. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).



a)

b)

Figura 84 -a) Fotografia de pormenor da gola de perfil; b) Fotografia de pormenor da gola de frente. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).

6.5 Produção fotográfica no exterior com o coordenado final

Após a produção fotográfica em estúdio, realizou-se a mesma no exterior envolvendo as duas temáticas desenvolvidas nos padrões do coordenado. Assim, captaram-se fotografias num fundo que inspirava a natureza, mais propriamente o tronco de uma árvore, contrastando o coordenado de cores negras e metalizadas com o ambiente, como representado nas figuras 85 e 86. Nesta sequência, captaram-se fotografias nas quais o fundo se evidencia pelos tijolos em paredes, que se podem incluir num ambiente urbano, havendo o contraste do coordenado com esse fundo, como ilustrado nas figuras 87 e 88.



Figura 85 - a) Fotografia do coordenado com fundo na natureza; b) Fotografia do coordenado com fundo a evidenciar o tronco. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).



Figura 86 -a) Fotografia do coordenado com fundo a evidenciar o tronco; b) Fotografia do coordenado com fundo na natureza. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).



a)



b)

Figura 87 - a) Fotografia com pormenor do coordenado em fundo urbano; b) Fotografia do coordenado em fundo urbano. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).

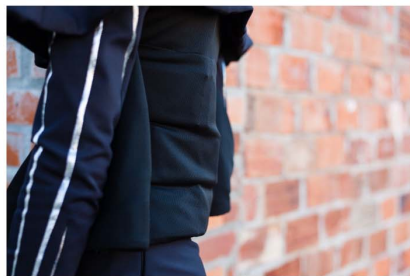


Figura 88 - Fotografias do coordenado num fundo urbano. (Fonte: Fotógrafo Manuel Teles).

Capítulo 7

Conclusão

7.1 Conclusões

Nesta dissertação foi possível retirar diversas conclusões, tanto durante o desenvolvimento do projeto de conceptualização do coordenado final, como durante a sua execução e apresentação final, pois a temática da camuflagem térmica interage com muitos aspetos científicos nomeadamente a termografia, e conceptuais na área do design de moda. Relativamente a esta última, pode-se constatar que a área do design de moda pode ser multidisciplinar, podendo e devendo o designer de moda interagir com outras áreas.

As principais conclusões a retirar durante a execução deste trabalho foram:

- a presença de ar, entre o corpo e o coordenado, e a envolver as estruturas têxteis, altera a estabilidade da tonalidade e da imagem térmica, constituindo uma preocupação a ter na fase da conceção dos padrões térmicos para utilização no protótipo;

- foi igualmente possível avaliar a influência dos fatores emissividade e espessura, fatores chave para o sucesso na camuflagem térmica. Também foi importante concluir acerca do comportamento térmico das costuras, que viriam a ser implementadas nos padrões e no coordenado final, verificando-se que só existia problema se estas se dobrassem, pois realçava outras tonalidades térmicas, devido ao fator espessura;

- à medida que o contacto físico da modelo com o coordenado diminuía, as tonalidades térmicas variavam, havendo casos de esbatimento, devido à presença do ar e da distância que provocou a mudança dessas tonalidades;

- as imagens térmicas na gama de cores arco íris tornavam-se mais confusas devido às mudanças de cores, do que as de gama de cores branco/preto que proporcionavam menos contrastes, facilitando a perceção;

- finalmente, concluiu-se que o coordenado resultou bem termicamente e visualmente, permitindo evidenciar aspetos que interferem com a imagem térmica do corpo humano, sendo eles a emissividade e a espessura, a composição do material e o contato térmico entre o vestuário e o corpo;

Em síntese, concluiu-se que este projeto se evidenciou bastante complexo em termos de conceptualização do coordenado, de experimentação em laboratório e de execução, pois a confeção final demonstrou-se bastante demorada devido à complexidade estética da peça e ao cuidado inerente no manuseamento dos materiais, para que transmitissem o efeito estético pretendido e de camuflagem térmica.

7.2 Desenvolvimentos futuros

Em termos futuros, a continuidade deste trabalho poder-se-á fazer segundo as seguintes vertentes: criação de novos coordenados com silhuetas, padrões e ilusões térmicas diferenciadas, permitindo assim novos efeitos e contrastes térmicos em visão térmica; experimentação e estudo de novos materiais têxteis/estruturas que possibilitem melhor desempenho na imagem térmica, podendo estes ser menos espessos e menos emissivos; experimentação desses materiais e respetivos coordenados com fatores climatéricos diferenciados, bem como diferentes ambientes e temperaturas; tentativa de implementação do conceito de camuflagem térmica na área do design de moda conceptual e consequentemente no vestuário.

Bibliografia

Baldini, Massimo. (2006). *A Invenção da Moda - as Teorias, os Estilistas, a História*. Lisboa: Edições 70.

Braddock, Sarah E.; O'Mahony, Marie. (1998). *Tecno Textiles, Revolutionary Fabrics for Fabrics and Design*. New York: Thames & Hudson.

Braddock, Sarah E.; & Harris, Jane. (2012). *Digital Visions for Fashion + Textiles*. New York: Thames & Hudson.

Bramston, D. (2009). *Basics Product Design 01 - Idea Searching*. Switzerland: AVA Publishing SA.

Buchanan, Richard; Margolin, Victor. (1995). *Discovering Design - Explorations in Design Studies*. Chicago: University of Chicago.

Cross, Nigel. (2008). *Engineering Design Methods - Strategies for Product Design*. West Sussex: John Wiley & Sons.

Gaussorgues, Gilbert. (1994). *Infrared Thermography*. London: Chapman & Hall.

Horrocks, A. R.; & Anand, S. C. (2000). *Handbook of Technical Textiles*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Jones, Sue Jenkyn. (2005). *Fashion Design: O Manual do Estilista*. Barcelona: Gustavo Gili.

Kroll, Ehud.; Condoor, Sridhar S.; & Jansson, David G. (2001). *Innovative Conceptual Design: Theory and Application of Parameter Analysis*. Cambridge: Cambridge University.

Lee, Suzanne. (2007). *Fashioning the Future - Tomorrow's Wardrobe*. New York: Thames & Hudson.

Li, Y.; & Wong, A.S.W. (2006). *Clothing biosensory engineering*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

O'Mahony, Marie. (2011). *Advanced Textiles for Health and Wellbeing*. New York: Thames & Hudson.

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; & Grote, K. H. (2007). *Engineering Design - A Systematic*

Approach. London: Springer.

Papanec, V. (2009). *Design for the World - Human Ecology and Social Change*. New York: Thames & Hudson.

Pires, L.; Silva, Pedro; & Gonçalves, L. C. (2003). Potencialidades da termografia por infravermelhos e sua aplicação a sistemas de condicionamento de ar e de refrigeração. *Climatização, Revista bimestral de aquecimento, ar condicionado, ventilação e energia*, 25, 38-44.

Quinn, Bradley. (2010). *Textile Futures, Fashion, Design and Technology*. Oxford: Berg.

Roozenburg, N. F. M.; & Eekels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods*. Chichester: John Wiley & Sons.

Seymour, Sabine. (2008). *Fashionable Technology - The Intersection of Design, Fashion, Science and Technology*. London: Springer.

Smith, William C. (2010). *Smart Textile Coatings and Laminates*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Sparks, Emma. (2012). *Advances in Military Textiles and Personal Equipment*. Woodhead Publishing Limited.

Tão, X. (2005). *Smart Fibres, Fabrics and Clothing*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Wilusz, Eugene. (2008). *Military Textiles*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Webgrafia

abc news. (2010). *Russian military looks to invest in inflatable decoy weapons*. Retrieved 30 Agosto 2013, from

http://abcnews.go.com/meta/search/imageDetail?format=plain&source=http://abcnews.go.com/images/International/abc_nwo_marquardt_101012

American Technologies Network. (n.d.). *Night Vision Equipment by ATN*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://www.atncorp.com/>

Arruda, Felipe. (2011). *Aerogel: material leve como ar e forte como o aço*. Retrieved 24 Outubro 2012, from <http://www.tecmundo.com.br/curiosidade/11504-aerogel-material-leve-como-o-ar-e-forte-como-o-aco.htm>

BAE Systems. (n.d.). *Adaptiv - State-of-Art Technology*. Retrieved 17 Novembro 2012, http://www.baesystems.com/product/BAES_031457/adaptiv---state-of-the-art-technology?_afrLoop=2086408668088000

Barros, Haroldo Lúcio de Castro. (2009). *Termoquímica. Processos Endotérmicos e Exotérmicos: uma Visão Atômico-Molecular*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://qnint.s bq.org.br/qni/visualizarConceito.php?idConceito=20>

BBC. (2011). *Tanks test infrared invisibility cloak*. Retrieved 14 Janeiro 2013, from <http://www.bbc.co.uk/news/technology-14788009>

BBC Brasil. (2012). *Cientistas franceses desenvolvem nova técnica de camuflagem termica*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,cientistas-franceses-desenvolvem-nova-tecnica-de-camuflagem-termica,854023,0.htm>

Blucher Systems. (n.d.). *Ghost*. Retrieved 25 Outubro 2012, from <http://www.bluechersystems.com/produkte/C10>

Blucher Systems. (n.d.). *Poncho*. Retrieved 25 Outubro 2012, from <http://eng.bluechersystems.com/produkte/C95>

Blucher Technologies. (n.d.). Retrieved 25 Outubro 2012, from <http://www.bluecher.com/en/brands/>

Clark, Joshua. (n.d.) *Metamateriais*. Retrieved 6 Novembro 2012, from <http://ciencia.hsw.uol.com.br/tanque-invisivel1.htm>

Discovery. (2011). *Mythbusters try to beat thermal security cameras*. Retrieved 25 Outubro 2012, from <http://www.youtube.com/watch?v=BIHpsyuyV4I&feature=related>

EFE. (2012). *Cientistas debatem avanços da invisibilidade com encontro em Paris*. Retrieved 7 Novembro 2012, from <http://www.gamevicio.com/i/noticias/125/125807-cientistas-debatem-avancos-da-invisibilidade-com-encontro-em-paris/index.html>

EFE. (2010). *Ciência. Cientistas avançam no desenvolvimento de roupa invisível*. Retrieved 7 Novembro 2012, from <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/cientistas-avancam-no-desenvolvimento-de-roupa-invisivel>

Egnew. (2004). *Multidimensional camouflage outer wear garment system*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents?hl=pt-PT&lr=&vid=USPAT6675394&id=5vsPAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=patente+thermal+camouflage+fabric&printsec=abstract#v=onepage&q&f=false>

El Mundo. (2012). *Cientistas criam robô capaz de camuflar-se*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://actividadesonline.blogspot.pt/2012/08/cientistas-criam-robo-capaz-de-camuflar.html>

EmDiv. (n.d.). *Empresa desenvolve sistema de camuflagem térmica*. Retrieved 7 Novembro 2012, from <http://emdiv.com.br/pt/mundo/tecnologia/40523-empresa-desenvolve-sistema-de-camuflagem-termica.html>

Fangueiro, Raúl; Guise, Catarina; Rosado, Katherine; & Rebelo, Rita. (2011). *Aplicação de materiais fibrosos na área militar*, 1-10. Retrieved 6 Outubro 2012, from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/15771>

Grado Zero Space. (n.d.). *Aerogel*. Retrieved 30 Agosto 2013, from <http://www.gzespace.com/gzenew/index.php?pg=aerogel&lang=en>

GORE-TEX. (n.d.). *GORE-TEX products*. Retrieved 1 Setembro 2013, from <http://www.gore-tex.com/remote/Satellite/content/outerwear-technologies#sec-outerwear-technologies>
http://www.asknature.org/images/uploads/product/4c0e62f66bccabf55a1f189da30acb3/pup_morpho_morphotex.jpg

Guennau, Sebastien; Amra, Claude; & Veynante, Denis. (2012). Transformation thermodynamics. *Cloaking and concentrating heat flux*. 20(7), 8207-8218. Retrieved from <http://www.opticsinfobase.org/oe/abstract.cfm?uri=oe-20-7-8207>

GunWebsites. (2012). *Thermal Imager vs. Night Vision*. Retrieved 25 Novembro 2012, from <http://www.youtube.com/watch?v=6l49VPeYVfs&feature=endscreen>

Headlander. (2008). *Long Range Thermal Imaging*. Retrieved 25 Novembro 2012, from <http://www.youtube.com/watch?v=SPlxnYMZKww&feature=endscreen>

High-Low Tech Group. (n.d.). *Active, Reactive, and Other Materials*. Retrieved 7 Novembro 2012, from <http://hlt.media.mit.edu/?p=1314>

Inovação Tecnológica. (2012). *Materiais Avançados. Espião invisível: camuflagem permite ver sem ser visto*. Retrieved 6 Novembro 2012, from <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=espiao-invisivel-camuflagem-ver-sem-ser-visto&id=010160120522>

Inovação Tecnológica. (2012). *Manto da invisibilidade para o calor poderá resfriar chips*. Retrieved 7 Novembro 2012, from <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=manto-invisibilidade-calor&id=010160120305>

Inovação Tecnológica (2008). *Metamateriais prometem benefícios mais práticos do que a invisibilidade*. Retrieved 7 Novembro 2012, from <http://abeldomoemas.blogspot.pt/2008/08/metamateriais-prometem-benefcios-mais.html>

Jeffrey. (1989). *Thermal Camouflage Fabric*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents?hl=pt-PT&lr=&vid=USPAT4879171&id=6-UyAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=Thermal+Camouflage+Fabric&printsec=abstract#v=onepage&q=Thermal%20Camouflage%20Fabric&f=false>

Johansson. (1985). *Thermal/Optical Camouflage with Controlled Heat Emission*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents?hl=pt-PT&lr=&vid=USPAT4560595&id=DMMvAAAABAJ&oi=fnd&dq=Thermal+Camouflage+Fabric+material&printsec=abstract#v=onepage&q=Thermal%20Camouflage%20Fabric%20material&f=false>

Karlsson. (1985). *Thermal Camouflage*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents/US4529633?hl=pt-PT&dq=thermal+camouflage+fabrics+military>

Knickerbocker. (1989). *Camouflage System and Material*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents?hl=pt-PT&lr=&vid=USPAT4868019&id=268zAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=Camouflage+System+and+Material&printsec=abstract#v=onepage&q=Camouflage%20System%20and%20Material&f=false>

MIT. (n.d.). *Dava Newman*. Retrieved 24 Outubro 2012, from http://esd.mit.edu/Faculty_Pages/newman/newman.htm

Qeyno Labs. (2011). *Dava Newman (Aerospace Engineer) - STEM4Girls | Space Fashion*. Retrieved 24 Outubro 2012, from http://www.youtube.com/watch?v=_7sWNQDfuQU

Pusch *et al.* (1984). *Universal Camouflage for Military Objects*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents?hl=pt-PT&lr=&vid=USPAT4465731&id=kqx1AAAAEBAJ&oi=fnd&dq=thermal+camouflage++textile+&printsec=abstract#v=onepage&q=thermal%20camouflage%20%20textile&f=false>

Rüter, R. G. (1962). *Camouflage Material*. Retrieved 13 Novembro 2012, from <http://www.google.pt/patents?hl=pt-PT&lr=&vid=USPAT5445863&id=GjQbAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=thermal+camouflage++fabric&printsec=abstract#v=onepage&q=thermal%20camouflage%20%20fabric&f=false>

Shark Attack Mitigation Systems. (2013), *Products using SAMS Shark Deterrent Technology*. Retrieved 20 Agosto 2013, from <http://www.sharkmitigation.com/products-using-sams-shark-deterrent-technology.html>

Shiva Industries. (n.d.). *Multi spectral redes de camuflagem*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://portuguese.alibaba.com/product-free/multi-spectral-camouflage-nets-103228754.html>

SUPER 159. (2011). *A revolução dos metamateriais*. Retrieved 6 Novembro 2012, from http://www.superinteressante.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=673:a-revolucao-dos-metamateriais&catid=15:artigos&Itemid=92

TANK magazine. (2013). *Stealth Wear: New Designs for Countersurveillance*. Retrieved 29 Janeiro 2013, from <http://ahprojects.com/projects/stealth-wear>

Technology Quarterly. (2008). *Camouflage. How to disappear*. Retrieved 14 Janeiro 2013, from <http://www.economist.com/node/11999355>

Texplorer GmbH. (2008). *Anti-nightvision camouflage*. Retrieved 25 Outubro 2012, from <http://www.youtube.com/watch?v=nx0ggSL8CkU&feature=related>

Veratti, Eng. Atílio Bruno. (n.d.). *Sistema Básico de Inspeção Termográfica*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://www.tecem.com.br/downloads/SBIT3a.pdf>

Wang, Tao; He, Jianping; Zhou, Jianhua; Ding, Xiaochun; Zhao, Jianqing; Wu, Shichao; & Guo, Yunxia. (2010). Electromagnetic wave absorption and infrared camouflage of ordered mesoporous carbon. *Alumina nanocomposites*. 134, 58-64. Retrieved from http://link.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_tim=20131016T18%3A09%3A36IST&url_ver=Z39.882004&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&rft_id=info:sid/primo.exlibrisgroup.com:primo3Articlewos&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:article&rft.atitle=Electromagnetic%20wave%20absorption%20and%20infrared%20camouflage%20of%20ordered%20mesoporous%20carbonalumina%20nanocomposites&rft.jtitle=MICROPOROUS%20AND%20MESOPOROUS%20MATERIALS&rft.btitle=&rft.aulast=Wang&rft.aunit=&rft.aunit1=&rft.aunitm=&rft.ausuffix=&rft.au=Wang%2C%20T&rft.aucorp=&rft.date=201010&rft.volume=134&rft.issue=13&rft.part=&rft.quarter=&rft.ssn=&rft.spage=58&rft.epage=64&rft.pages=&rft.artnum=&rft.issn=13871811&rft.eissn=&rft.isbn=&rft.sici=&rft.coden=&rft_id=info:doi/10.1016/j.micromeso.2010.05.007&rft.object_id=&svc_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch_svc&rft.eisbn=&rft_dat=%3Cwos%3E000280512800008%3C/wos%3E&rft_id=info:oai/&svc.fulltext=yes

Webartigos. (2009). *Aspectos jurídicos da Nanoctenologia*. Retrieved 10 Janeiro 2013, from <http://www.webartigos.com/artigos/aspectos-juridicos-da-nanotecnologia/19997/>

Woodland MARPAT. (n.d.). *camouflage data*. Retrieved 30 Agosto 2013, from <http://www.kamouflage.net/camouflage/00028.php>

Xiamen Hifa Stonexp Co. (n.d.). *Anti radar - rede camuflagem*. Retrieved 11 Outubro 2012, from <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/anti-radar-camouflage-net-309675939.html>

Yin, Xia; Chenb, Qun; & Pan, Ning. (2011). *Feasibility of perspiration based infrared Camouflage*. 36, 32-38. Retrieved from http://link.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_tim=20131016T18%3A10%3A41IST&url_ver=Z39.882004&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&rft_id=info:sid/primo.exlibrisgroup.com:primo3Articlewos&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:article&rft.atitle=Feasibility%20of%20perspiration%20based%20infrared%20Camouflage&rft.jtitle=APPLIED%20THERMAL%20ENGINEERING&rft.btitle=&rft.aulast=Yin&rft.aunit=&rft.aunit1=&rft.aunitm=&rft.ausuffix=&rft.au=Yin%2C%20X&rft.aucorp=&rft.date=201204&rft.volume=36&rft.issue=&rft.part=&rft.quarter=&rft.ssn=&rft.spage=32&rft.epage=38&rft.

pages=&rft.artnum=&rft.issn=13594311&rft.eissn=&rft.isbn=&rft.sici=&rft.coden=&rft_id=info:doi/10.1016/j.applthermaleng.2011.12.001&rft.object_id=&svc_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch_svc&rft.eisbn=&rft_dat=%3Cwos%3E000301093200004%3C/wos%3E&rft_id=info:oai/&svc.fulltext=yes

3lectromode. (2013). *Avant-garde crafting & consulting in fashionable Technologies*. Retrieved 7 Novembre 2012, from <http://www.3lectromode.com/>

Anexo I - Fichas técnicas

Coordenado
Croqui ilustrado

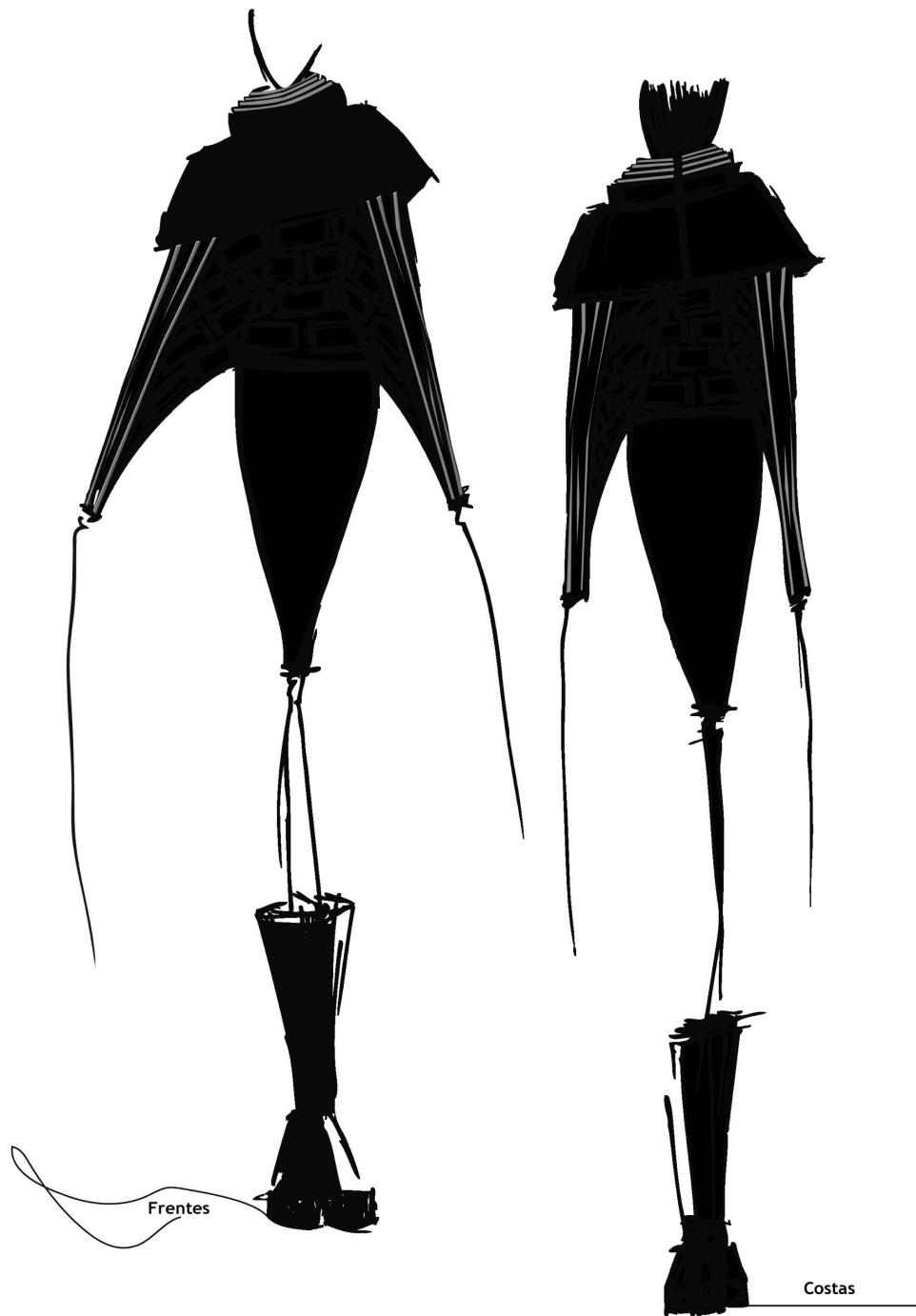
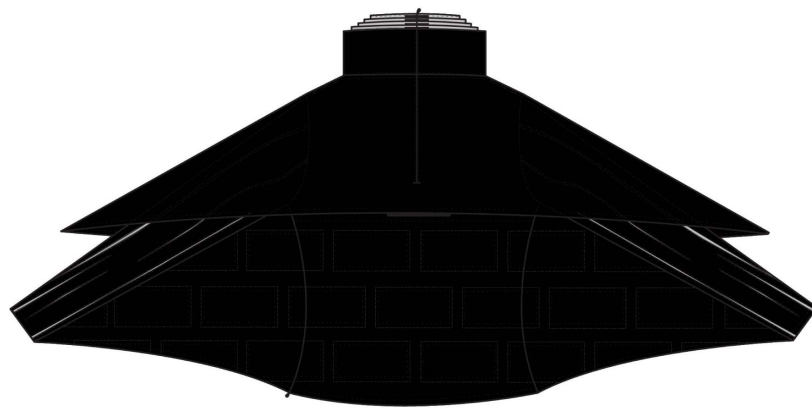
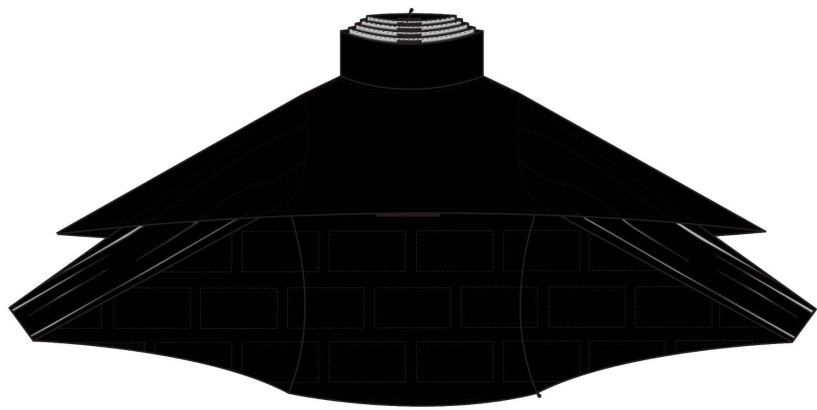


Figura 89 - Croqui ilustrado. (Fonte: autor).



Ref.ª: P1

Figura 90 - Técnico ilustrado P1. (Fonte: autor).

Catarina Fomenta

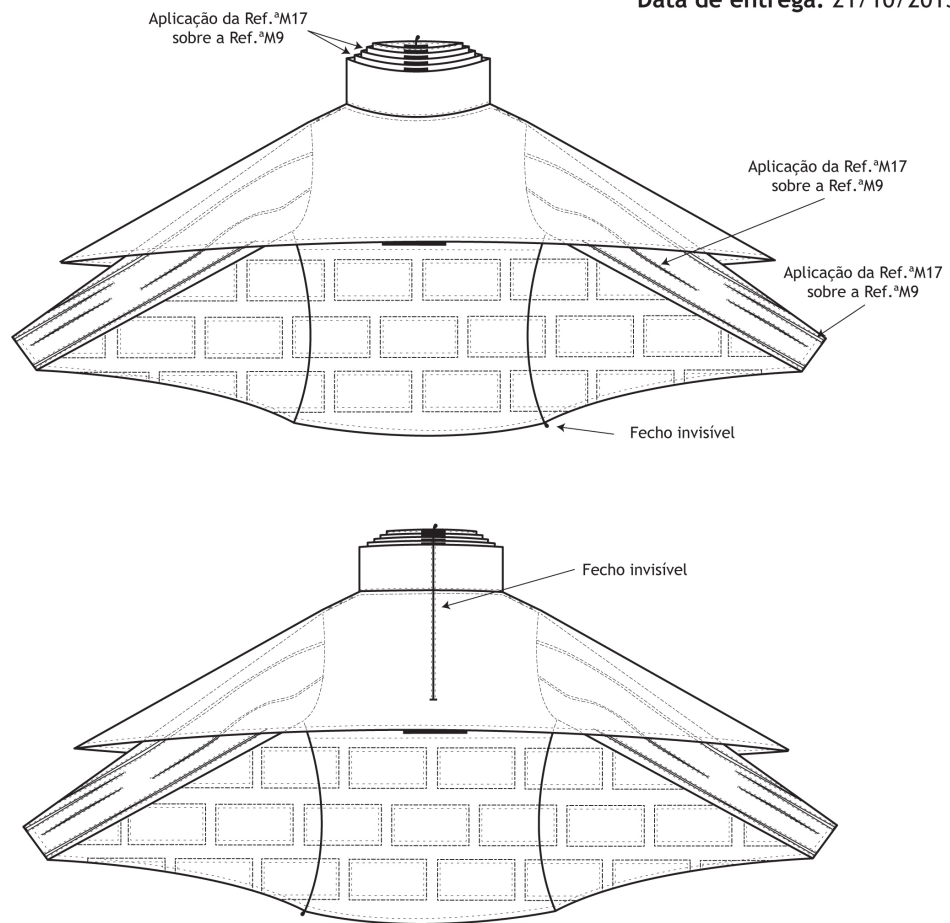
Camuflagem 2013/2014

Camisola

Ref.^ª: P1

Tam: 36

Data de entrega: 21/10/2013



Descrição:

Camisola de manga comprida até à linha das ancas, com decote simétrico e com uma segunda camada, até a linha de peito, tipo capa, de gola alta com cinco camadas. Manga do tipo morcego, ajustada ao braço com costura na lateral do mesmo desde o final da cava até ao pulso. Fecho invisível na lateral esquerda da camisola e fecho invisível no centro da segunda camada nas costas. Molas aplicadas na linha de ombros da camisola e no interior da segunda camada. Aplicação de padrão de imitação de um tronco de árvores em ambas as mangas ajustadas ao braço. Aplicação do padrão tijolinho invisível cobrindo a linha do peito até às ancas e as mangas não ajustadas ao braço nas frentes e costas.

Observações:

Figura 91 - Ficha técnica da peça P1. (Fonte: autor).

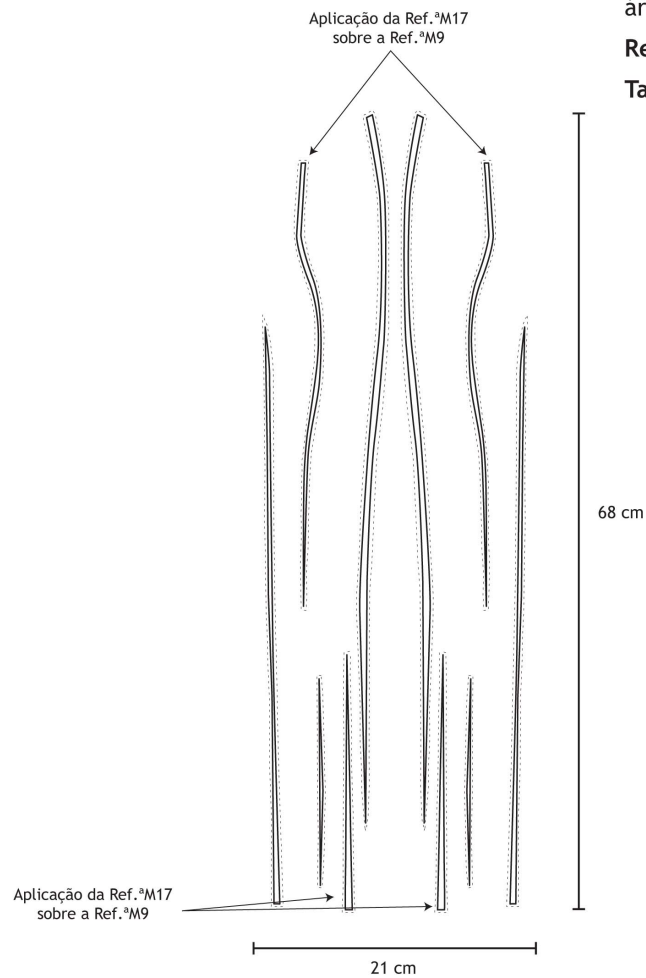
Catarina Pimenta

Camuflagem 2013/2014

Padrão imitação de tronco de árvore

Ref.^a: P1

Tam: 36



Descrição:

Padrão imitação de tronco de árvore aplicado nas mangas ajustadas ao corpo, com utilização da Ref.ªM9, havendo em algumas partes a junção da Ref.ªM17 sobre a Ref.ªM9.

Observações:

Figura 92 - Ficha técnica da peça P1. (Fonte: autor).

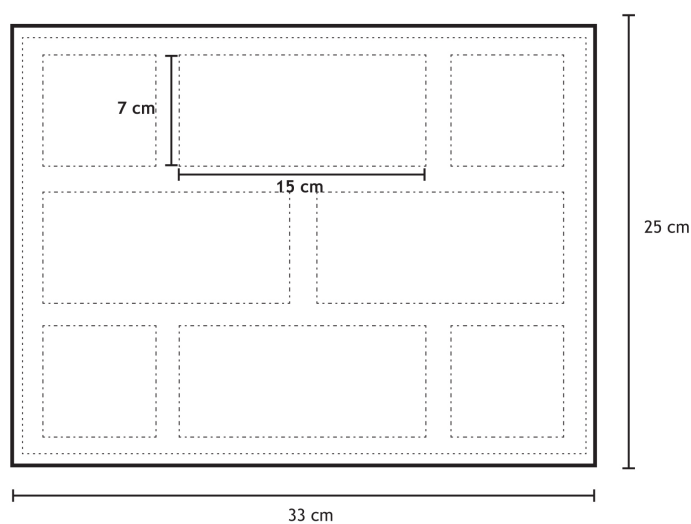
Capitana Permentar

Camuflagem 2013/2014

Padrão tijolinho

Ref.^a: P1

Tam: 36



Descrição:

Padrão tijolinho com aplicação de três camadas rectangulares invisíveis, sobrepostas sobre a ref.^aM2 e a ref.^aM15 e sob a ref.^aM5. As camadas têm 1,5 cm de espaçamento entre elas.

Observações:

Figura 93 - Ficha técnica da peça P1. (Fonte: autor).

Instruções de lavagem:



Carolina Pimenta

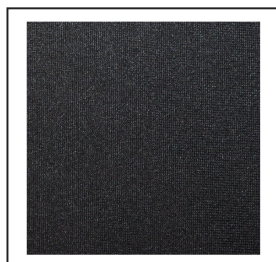
Camuflagem 2013/2014

Camisola

Ref.^a: P1

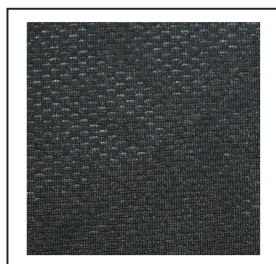
Tam: 36

Data de entrega: 21/10/2013



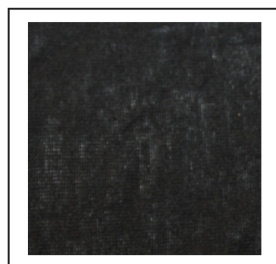
Malha 7237/9560 - Memb/FP 310
Comp: 78% PES; 15% PU;
7% Dorlastan.
Ref.^a: M2.
Forn: LMA.

Pantone:



Malha 8055
Comp: 100% PP.
Ref.^a: M5
Forn: LMA.

Pantone:



Malha
Comp: 100% Algodão.
Ref.^a: M15.
Forn: MIKY.

Pantone:



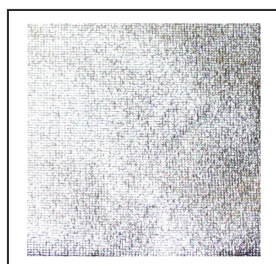
Malha 3513
Comp: 100% PES.
Ref.^a: M17
Forn: LMA.

Pantone:



Linha
Comp: 100% Poliéster.
Ref.^a: M30.

Pantone:



Malha Metálica
Comp: 100% PES.
Ref.^a: M9.
Forn: MIKY.

Pantone:



Fecho invisível
Ref.^a: A1.
Largura de dentes: 3mm.

Pantone:



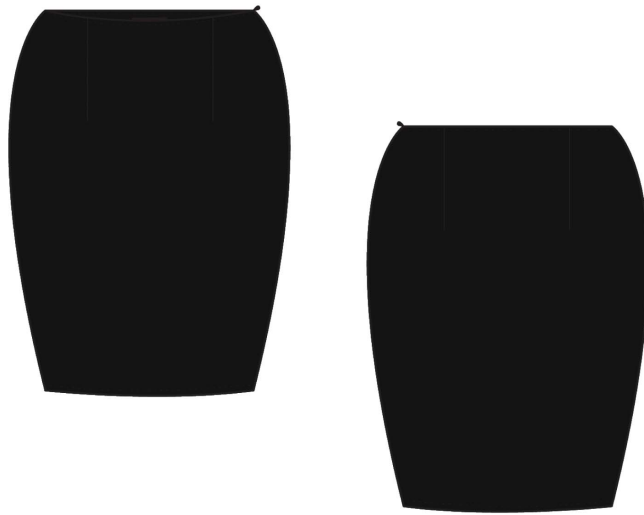
Mola
Ref.^a: A2.
Ø: 0,5 cm.

Pantone:



Observações:

Figura 94 - Ficha técnica da peça P1. (Fonte: autor).



Ref.^a: P2

Figura 95 - Técnico ilustrado P2. (Fonte: autor).

Catarina Fomenta

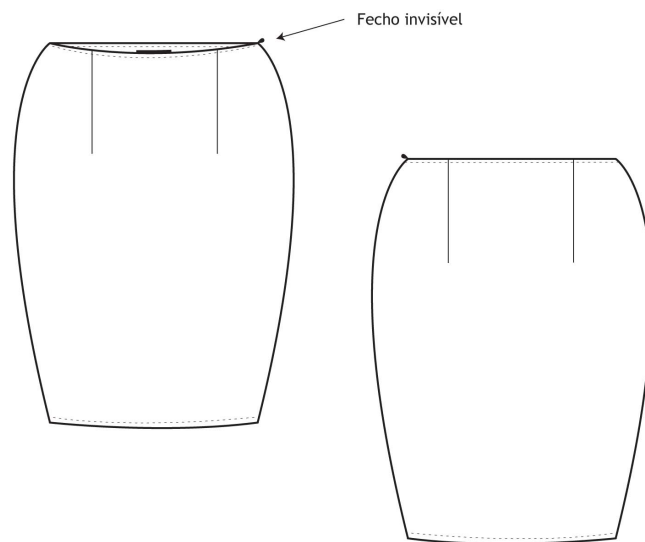
Camuflagem 2013/2014

Saia

Ref.^ª: P2

Tam: 36

Data de entrega: 21/10/2013



Descrição:

Saia cintada até ao joelho com pinças nas frentes e costas. Fecho invisível na lateral esquerda. Aplicação do forro no seu interior.

Observações:

Figura 96 - Ficha técnica da peça P2. (Fonte: autor).

Instruções de lavagem:



Cafarina Pimenta

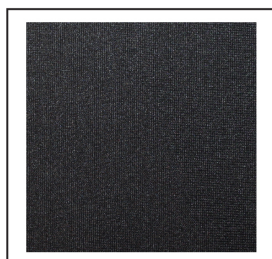
Camuflagem 2013/2014

Saia

Ref.^a: P2

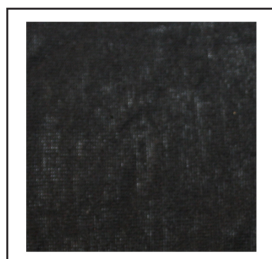
Tam: 36

Data de entrega: 21/10/2013



**Malha 7237/9560 -
Memb/FP 310**
Comp: 78% PES; 15% PU;
7% Dorlastan.
Ref.^a: M2.
Forn: LMA.

Pantone:



Malha
Comp: 100% Algodão.
Ref.^a: M15.
Forn: MIKY.

Pantone:



Linha
Comp: 100% Poliéster.
Ref.^a: M30.

Pantone:



Fecho invisível
Ref.^a: A1.
Largura de dentes: 3mm.

Pantone:



Observações:

Figura 97 - Ficha técnica da peça P2. (Fonte: autor).

Anexo II - Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias

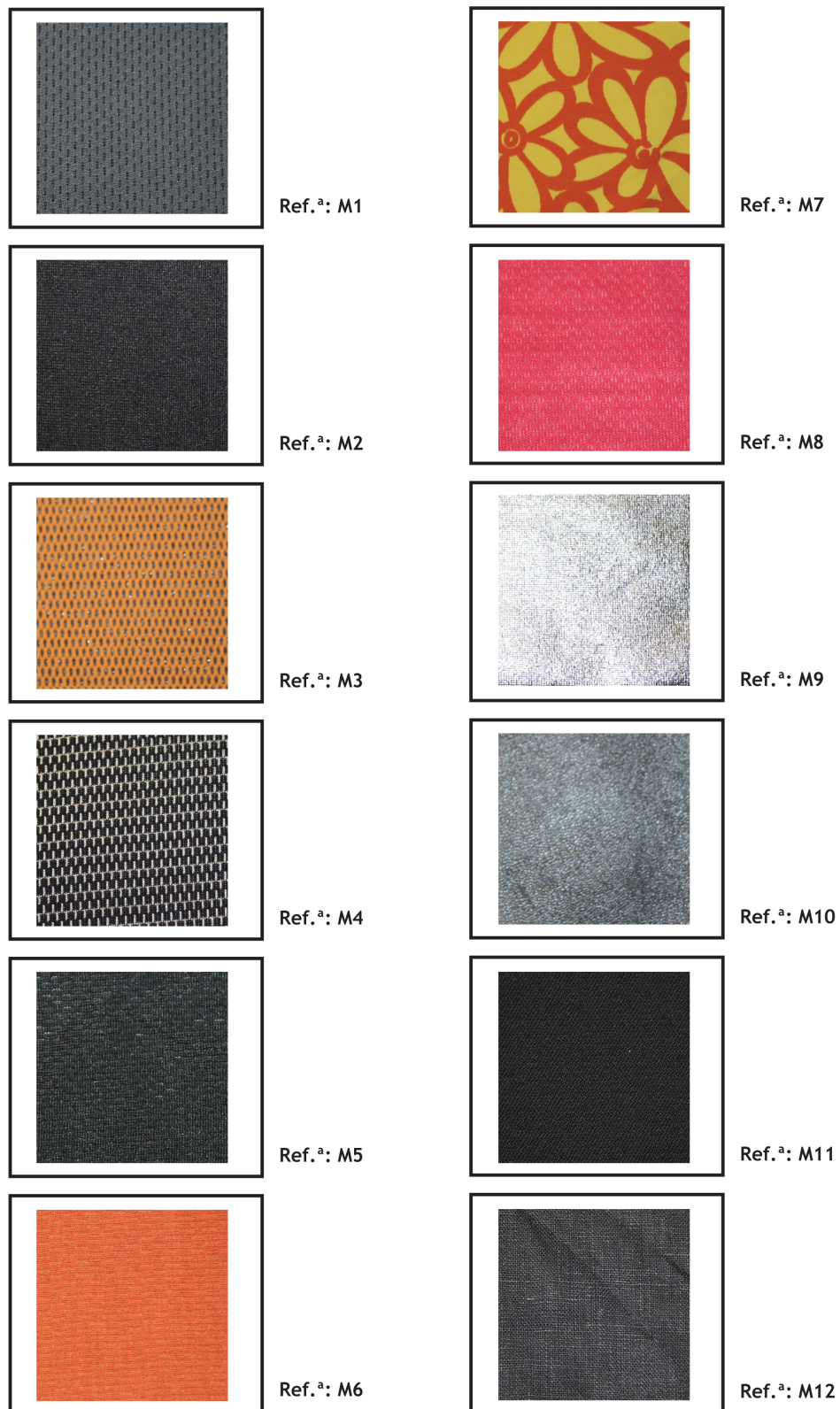


Figura 98 - Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias. (Fonte: autor).

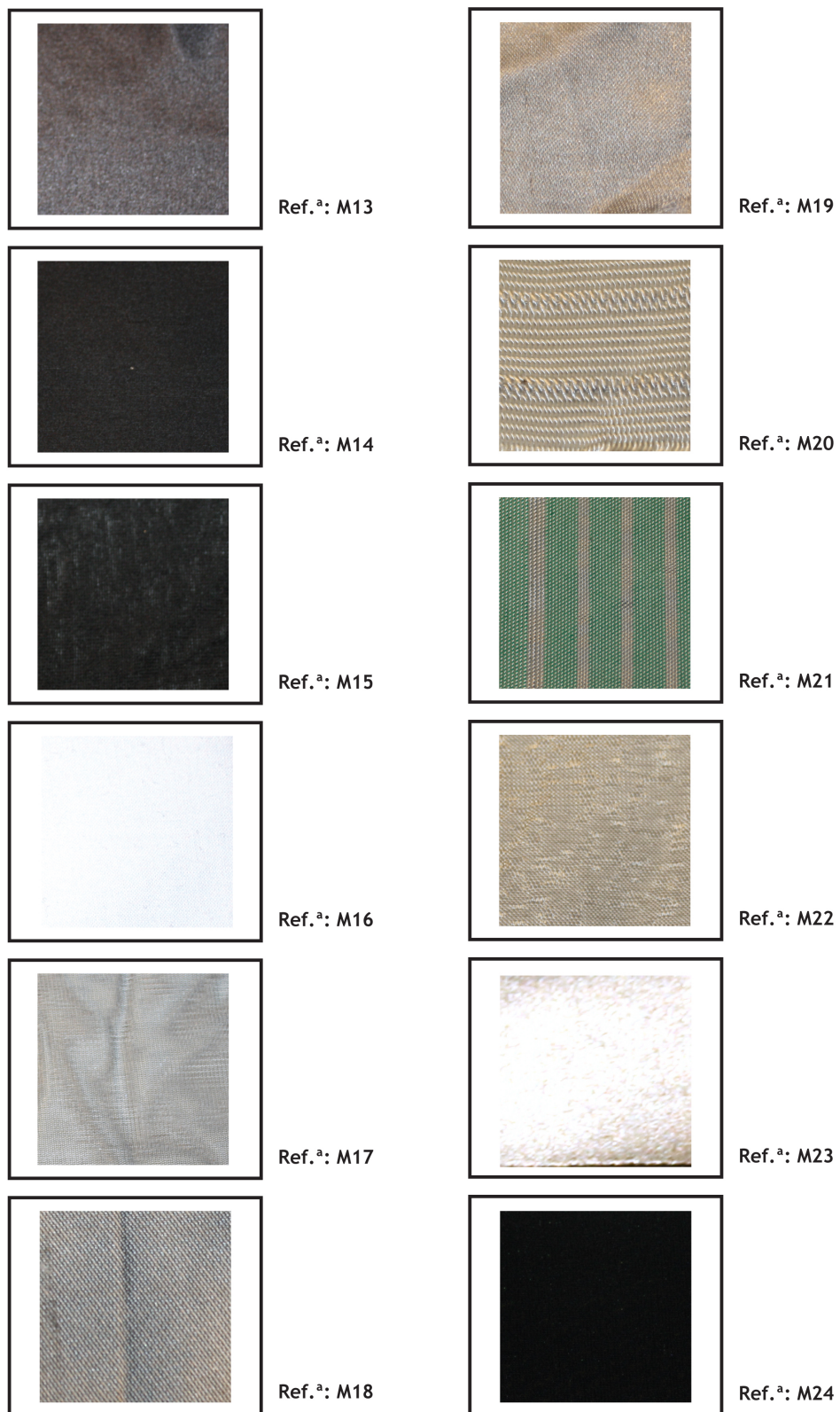
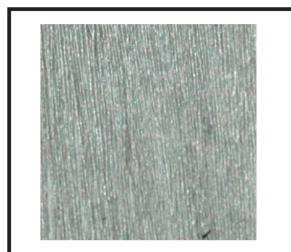


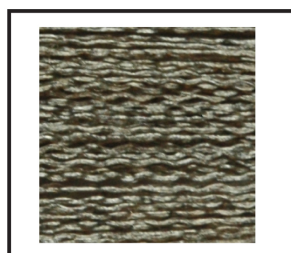
Figura 99 - Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias. (Fonte: autor).



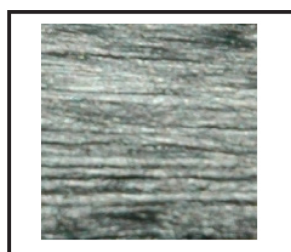
Ref.^a: M25



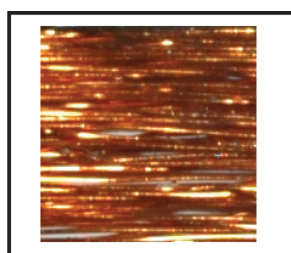
Ref.^a: M26



Ref.^a: M27



Ref.^a: M28



Ref.^a: M29



Ref.^a: M30



Ref.^a: A1



Ref.^a: A2

Figura 100 - Painel dos materiais têxteis e matérias acessórias. (Fonte: autor).