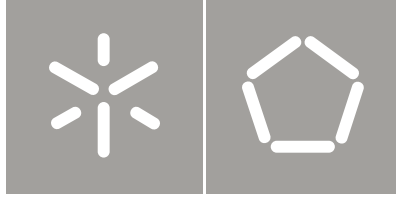




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Chaiane Kist Matos

Aplicação de Têxteis Inteligentes na
Arquitetura de Interiores



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Chaiane Kist Matos

Aplicação de Têxteis Inteligentes na
Arquitetura de Interiores

Dissertação de Mestrado
Design e Marketing
Área de Especialização: Têxteis para Moda

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Raul Figueiro
Professor Doutor André Catarino

AGRADECIMENTOS

Ter vivido dois anos em Portugal me proporcionou muito além do ganho profissional. Foi uma oportunidade de conviver com pessoas de todos os continentes, compartilhar casa com pessoas de diferentes culturas, que me fizeram crescer tanto de forma profissional como pessoal. Estas pessoas se transformaram em minha família nas terras lusas e assim como elas, foi imprescindível para que eu perdurasse aqui, mesmo que com um oceano separando, do apoio da minha família e meus amigos. Gostaria de agradecer especialmente a Lizete, minha mãe, pois seu apoio incondicional durante toda minha jornada até aqui foi fundamental, sem ela nada disso teria sido possível.

Agradeço imensamente também ao meu orientador, o professor doutor Raul Fangueiro e ao meu coorientador, o doutor André Catarino, por me apoiaram durante a realização desse trabalho, por toda a orientação que me foi proporcionada, de forma a encorajar-me a desenvolver um projeto que me desafiasse e ao mesmo tempo aumentasse meu conhecimento.

Eu expresso minha gratidão a todos aqueles que se fizeram prestativos quanto a esse trabalho, que tiveram muita paciência e boa vontade com a minha pessoa: André, Anabela, Bruno, Fernando, Velosa, Avelino, Heriberto, seja pelo tempo doado, pelos inúmeros *emails* conselheiros, experimentos, materiais, explicações, dentre outros, lhes devo dizer mais uma vez, muito obrigada!

Igualmente, agradeço a todos meus colegas dessa jornada, pois sem o apoio destes essa jornada teria sido mais dura e com toda certeza não teria sido tão valorosa: Josiany, Juliana, Joana, Beylem, Ereany, Pedro, Karla, Márcia e Gabriel. Paralelamente agradeço a Márcia e ao Gabriel, pelo apoio e companhia nas horas de estudo e de lazer, tornando minha rotina diária de estudos muito mais divertida e as quartas feiras nos dias mais esperados.

A Karina, Benjamin e Josiany, pessoas que eu tive o prazer conviver mais proximamente, por dividir a mesma casa e que com o tempo tornaram-se grandes amigos e cúmplices.

Agradeço a Gabriela, Novi, Túlio, Suédio, La família, os momentos compartilhados, viagens e a amizade construída não será esquecida com o final deste trabalho.

Por fim, agradeço as minhas amigas Betina, Bethânia, Joana, Sílvia, Amanda e Nêmera, que mesmo separadas por quilômetros fizeram-se sempre presentes e tornaram mais amena a distância. O apoio e o carinho de vocês fizeram toda a diferença para que me mantivesse firme nos meus objetivos.

RESUMO

O emprego de têxteis inteligentes na arquitetura é ainda escassa, quando trata-se da área de Interiores pode-se dizer que é praticamente nula. Porém o mercado da construção civil, já está a perceber que a aplicação destes tecidos pode trazer muitos benefícios, pois possuem a capacidade de agregar valor, uma vez que possuem funcionalidade que não são encontradas nos materiais convencionais disponíveis no mercado. A aplicação de materiais inteligentes na arquitetura reflete a mudança na forma de habitar e de valores, que estão ligados a fatores tanto sociais quanto ambientais.

O presente trabalho visou desde o início a aplicação de têxteis inteligentes na arquitetura de interiores, tendo como objetivo a realização de um produto físico. Através de um estudo sobre os materiais inteligentes existentes no mercado e suas aplicações dentro da arquitetura, foi possível verificar uma oportunidade de aplicação de PCM's e têxteis eletrônicos na área de interiores, em específico em painéis para conformação de paredes de vedação interior (paredes divisórias). Esta aplicação seguiu a metodologia de desenvolvimento de novos produtos, onde através do processo de *design* foi possível criar um novo produto fundamentado e assim, coerente e com apelo criativo.

Primeiramente ao passo do desenvolvimento do produto, buscou-se estabelecer os critérios de conceitualização, visando-se criar um produto que satisfaça as necessidades funcionais e espaciais de ambientes internos e que não perca o caráter individual, ou seja, que ainda atenda as necessidades do ser quanto individuo. Dentro do processo de *design*, na fase de preparação, foi possível identificar os requisitos para a elaboração de um novo produto. A prototipagem foi realizada em seis etapas e o resultado obtido é um painel para vedação interior com emprego de uma base têxtil tridimensional que possui propriedades de mudança de fase, reagindo a determinadas temperaturas, auxiliando na atenuação das trocas de calor e que além disso, possui agregado um têxtil eletrônico que permite interação com o usuário através de luz, permitindo a personalização de um padrão e, ao mesmo tempo, obtendo a individualização do espaço.

ABSTRACT

The use of smart textiles in architecture is still scarce, and as far as interior design is concerned one can say that it is practically inexistent. However, the construction market already understood the benefits and advantages that these materials can bring, due to their added value, since smart textiles possess functionalities that are not available in the conventional materials used in construction. The application of smart materials in architecture reflects a change in values and the way of inhabit.

The present work aimed since its beginning the application of smart textiles in interior architecture, with the objective of producing one physical product. By means of a study made concerning smart and intelligent materials available in the market and their application in architecture, was possible to identify an opportunity of applying PCM's and electronic textiles in the field of interiors, specifically in panels used to separate rooms. The new product development methodology was followed, and from the design process was possible to create a new, coherent, creative and justified product.

Before developing the product, one tried to establish the conceptualization criteria, with the purpose of creating a product capable of satisfying the functional and spatial needs exclusive to interior environments without losing the individual character, that is, the individual needs. Inside the design process, while in the preparation stage, it was possible to identify the requisites for a new product. The prototyping stage was conducted in six stages and resulted in a panel for interior room separation using a textile based tridimensional panel with phase change properties, reacting to predefined temperatures and thus aiding in attenuation of heat exchanges. Furthermore it contains a electronic textile capable of interacting with the user through light, allowing a pattern customization and at the same time obtaining individualization of space.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	II
Abstract.....	III
1. Introdução.....	01
1.1 Justificativa	02
1.2 Objetivos do trabalho.....	04
1.3 Metodologia	05
1.4 Estrutura do Trabalho.....	05
2. Referencial teórico.....	07
2.1 O novo habitante e o reflexo dos novos tempos.....	08
2.2 A casa inteligente	13
2.3 Inovações tecnológicas na indústria têxtil e ampliação do emprego dos têxteis	16
2.4 Têxteis técnicos.....	17
2.5 Têxteis inteligentes	17
2.5.1 PCM 's, materiais com mudança de fase	21
2.5.1.1 Classificação e propriedades dos PCM 's	25
2.5.2 Têxteis eletrônicos	27
2.5.2.1 LEDS.....	30
2.5.2.2 Microcontrolador.....	31
2.5.2.3 Lilypad Arduino.....	32
2.5.2.4 Sensores de eletrônicos	33
2.5.2.4.1 Sensores de presença e movimento.....	34
2.5.2.5 Comunicação <i>bluetooth</i>	35
2.5.2.6 Têxtil condutor	36

2.6 Estruturas têxteis e tecelagem	36
2.6.1 Estruturas têxteis tridimensionais (3D).....	37
2.6.1.1 Têxteis <i>sandwich</i> (<i>Spacer</i>).....	39
2.7 Compósitos.....	41
2.7.1 Polímeros biodegradáveis.....	42
2.7.1.1 PHB: Polihidroxiacetato	45
2.7.1.2 PLA: Ácido Poliláctico.....	46
2.7.2 Polímeros Sintéticos.....	47
2.7.2.1 Poliéster	49
2.8 Vedações verticais interiores (Paredes divisórias)	50
2.8.1 Requisitos funcionais	53
2.8.2 Requisitos de segurança	53
2.8.3 Requisitos de saúde e conforto.....	54
2.8.4 Requisitos técnicos	54
2.8.5 Tipos de vedações verticais interiores (paredes divisórias).....	55
2.9 Aplicação de têxteis inteligentes na Arquitetura	56
3. Desenvolvimento de um novo produto: a metodologia do processo de <i>Design</i>	64
3.1 Briefing	65
3.2 Definição clara do problema e conceito a explorar	66
3.3 Pontos chaves do produto	67
3.4 Metas e propósitos.....	67
3.5 Especificações e exigências funcionais.....	67
3.6 Estágios do projeto para desenvolvimento do produto	68
3.7 Processo de Design.....	69
3.8 Incubação	70
4. Prototipagem.....	71

4.1 Etapa 01: Concepção do têxtil eletrónico	72
4.2 Etapa 02: Escolha do têxtil base	85
4.3 Etapa 03: Aplicação dos PCM 's	86
4.4 Etapa 04: Testes de DSC.....	89
4.5 Etapa 05: Impregnação com resina	92
4.6 Etapa 06: Caracterização dos materiais	94
4.7 Etapa 07: Resultado produto acabado	102
5. Considerações finais e perspectivas futuras	103
6. Referências bibliograficas	107
6.1 Referências imagens internet.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 01. A casa Dom-ino	11
Fig. 02. Vista microscópica de microcápsulas de PCM	22
Fig. 03. Modelo de microcápsula de PCM	22
Fig. 04. Efeito Refrescante de PCMs	23
Fig. 05. Efeito de aquecimento de PCMs	23
Fig. 06. Microcápsula de PCM incorporada diretamente na fibra	24
Fig. 07. Microcápsula de PCM aplicada com um acabamento no tecido	24
Fig. 08. Antena têxtil	28
Fig. 09. E-broidery	28
Fig. 10. Têxtil sensorial	30
Fig. 11. Microcontrolador Lilypad Arduino	32
Fig. 12. Microcontrolador Lilypad Arduino costurado no têxtil	33
Fig. 13. Exemplo de comunicação <i>Bluetooth</i>	35
Fig. 14. Vista lateral e de topo das duas faces de um têxtil tridimensional	38
Fig. 15. Vista de topo da superfície de um têxtil <i>Spacer</i>	38
Fig. 16. Têxtil <i>Spacer</i>	39
Fig. 17. Uma estrutura <i>sandwich</i> sendo feito em uma máquina Raschel.	40
Fig. 18. Volume de resíduos plásticos em um aterro sanitário	43
Fig. 19. Fachada da Maison Foiles Cultural	57
Fig. 20. Torre proposta pelo escritório Testa e Weiser	57
Fig. 21. Cobertura com células fotovoltaicas.	58
Fig. 22. Forro com emprego do têxtil Tensotherm®.	58
Fig. 23. Papel de parede com têxtil Gecko textile.	59
Fig. 24. Cobertura com a utilização do têxtil Tensotherm®.	60
Fig. 25. Painel de gesso acartonado com adição de PCM 's.	61
Fig. 26. LEDs RGB em fita.	74
Fig. 27. LEDs ligados a um microcontrolador.	75
Fig. 28. Teste de intensidade de luz.	75
Fig. 29. Têxtil com estrutura 2D, com fios condutores costurados a cada 5cm.	76
Fig. 30. LEDs agregados ao Têxtil com auxílio de cola condutora.	76

Fig. 31. Disposição do painel com a fita de LEDs RGB	77
Fig. 32. LEDs já agregados ao Têxtil	78
Fig. 33. Fios têxteis condutores que ligam as colunas ao circuito	78
Fig. 34. Interface gráfico para o computador 1	80
Fig. 35. Interface gráfico para o computador 2	81
Fig. 36. Aspeto da aplicação para Android	82
Fig. 37. Aplicação Android (menu)	82
Fig. 38. Aplicação Android (pedido ligação Bluetooth)	83
Fig. 39. Módulo Bluetooth KC-21	84
Fig. 40. Têxtil base, <i>Spacer</i> de fibra de poliéster	85
Fig. 41. Solução de PCM 's para aplicar no <i>Spacer</i>	87
Fig. 42. Foulard empregado para aplicar os PCM 's	87
Fig. 43. Aplicação dos PCM 's no foulard	88
Fig. 44. Estufa utilizada para fixar os PCM 's ao <i>Spacer</i>	88
Fig. 45. Máquina DSC	89
Fig. 46. Preparação dos têxteis para impregnação	93
Fig. 47. Impregnação dos dois têxteis	93
Fig. 48. Fios condutores protegidos com fita isolante	94
Fig. 49. Área danificada depois do impacto dos painéis	98
Fig. 50. Caixa para realizar o teste de atenuação acústica	98
Fig. 51. Produto acabado	102

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 01. Classificação dos materiais de armazenamento de energia	25
--	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01. Classificação e caracterização de alguns PCM 's	26
Tabela 02. Características da vedação vertical	55
Tabela 03. LEDs RGB	73
Tabela 04. Mistura de cores RGB	77
Tabela 05. Parâmetros estruturais do têxtil <i>spacer</i> de poliéster	85
Tabela 06. Propriedades dos fios de poliéster usados no têxtil <i>Spacer</i>	86
Tabela 07. Propriedades da resina de poliéster	92
Tabela 08. Teste de atenuação acústica.....	102
Tabela 09. Propriedades do painéis de Gesso acartonado	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Percentual de cargas verticais nas edificações estudadas	51
Gráfico 02. Percentual de redução de volume de concreto nas fundações das edificações estudadas	51
Gráfico 03. Percentual de redução de armaduras nas estruturas das edificações estudadas ...	52
Gráfico 04. Teste de DSC para verificar a absorção dos PCM 's.....	90
Gráfico 05. Teste de DSC para verificar a absorção dos PCM 's.....	91
Gráfico 06. Permeabilidade ao ar dos painéis compósitos.	95
Gráfico 07. Pico de energia.....	96
Gráfico 08. Energia de rompimento.....	96
Gráfico 09. Pico de força.	97
Gráfico 10. Força de rompimento.	97
Gráfico 11. Atenuação acústica pladur (1º e 2º posições).....	100
Gráfico 12. Atenuação acústica pladur (2º e 3º posições).....	100
Gráfico 13. Atenuação acústica <i>Spacer</i> impregnado (1º e 2º posições).....	101
Gráfico 14. Atenuação acústica <i>Spacer</i> impregnado (2º e 3º posições).....	101

CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO

“A maioria das pessoas cometem o erro de pensar que o *design* é a aparência. As pessoas pensam que é esse verniz – que aos *designers* é entregue esta caixa e dito: “Deixe bonito!” Isso não é o que achamos que seja *design*. Não é só o que aparece e sente.

Design é como funciona.”

Steve Jobs

1.1 JUSTIFICATIVA

A fabricação de têxteis pode ser vista como uma atividade remota, sendo que é passível afirmar que a sua história faz-se praticamente tão antiga quanto a da própria humanidade. Os produtos com base têxtil sempre auxiliaram na satisfação das necessidades básicas dos seres humanos, pois estão presentes desde o nascimento até à morte do ser humano. Dentre as primeiras aplicações dos têxteis uma deu-se para obtenção de abrigo, posteriormente foram empregados na decoração, adquirindo assim um caráter de *status*.

A produção de têxteis hoje é feita em quase todos os países do mundo, sejam destinados ao consumo do próprio país ou para a exportação. Do artesanato a manufatura, têxteis e produtos derivados dos mesmos desempenham um papel significativo dentro da economia.

Observam-se que as últimas décadas foram palco para as inovações, onde cientistas e tecnólogos estão cada vez mais se interessando pelo desenvolvimento de têxteis técnicos, principalmente pelas propriedades interessantes que os habilitam para novas aplicações e como consequência para novos campos de aplicação.

O desenvolvimento de novas fibras e em paralelo o desenvolvimento contínuo das tecnologias têm contribuído muito para isso. As fibras desenvolvidas pelo homem alcançaram propriedades interessantes como alta resistência, elasticidade, uniformidade, resistência química, resistência à chama e à abrasão, entre outras. Além disso, desenvolveram-se novas técnicas de fabrico que contribuíram para o melhoramento do desempenho e da vida útil dos têxteis técnicos.

O conhecimento das aptidões intrínsecas das fibras têxteis, dos têxteis e das técnicas de acabamento é imprescindível para a correta compreensão de como os mesmos interagem e reagem sob diferentes combinações e aplicações, além do conhecimento das tecnologias e a destreza junto à indústria. É importante ressaltar a necessidade de compreensão clara das dinâmicas de utilização final e dos diferentes setores de mercado.

É notável como os têxteis técnicos estão a ganhar espaço em praticamente todos os aspetos da vida humana, graças às suas propriedades técnicas e ao seu desempenho, que com o seu contínuo aperfeiçoamento possibilitam que cada vez mais sejam ampliadas as áreas de emprego. Um bom exemplo da abrangência dos têxteis pode ser visto dentro da área médica, que hoje já possibilita que fibras têxteis sejam empregadas no reforço ou até na própria

substituição de partes do corpo humano da mesma forma como empregam tecnologias de alto desempenho para que o vestuário se torne mais asséptico.

Paralelamente a tudo isso, houve mudanças significativas na sociedade como o aumento da idade da população, com prognósticos cada vez mais indicadores de uma inversão da pirâmide etária ao longo do tempo. Além da preocupação quanto aos impactos ambientais, cada vez maiores e mais nocivos de modo global, o crescimento de resíduos nos aterros sanitários torna-se cada vez mais um alerta para uma mudança de postura, seja como consumidor ou como profissional que desenvolve e determina o que será consumido.

Sendo óbvio prever que todos estes fatores afetaram a forma de habitar diretamente, por consequência a prática projetual é afetada também.

Atualmente os espaços internos necessitam ser flexíveis, seja na habitação ou nos espaços comerciais, para adaptar-se as diferentes fases da vida e suas necessidades intrínsecas ou para adaptar-se às diferentes pessoas que ali coabitam, lembrando que a vida não é estática.

Observou-se a necessidade de desenvolvimento de produtos que organizem espaços, que compartimentem, que possibilitem liberdade de formas, que sejam adaptáveis, mas que não deixem de ser duráveis, a necessidade de emprego de materiais leves e que tenham a própria instalação facilitada.

Aliando-se ainda, o fato de que o emprego de têxteis na Arquitetura está sendo ampliado a cada dia, devido a adição de novas tecnologias tornam-se produtos inteligentes que, por consequência, vêm alcançando um desempenho muitas vezes superior a outros materiais mais comumente utilizados.

Contudo, dentro da área da arquitetura de interiores ainda pode-se afirmar que a aplicação destas tecnologias é escassa. E por conta disso notou-se, a oportunidade de desenvolvimento de um produto aliando têxteis e tecnologias para aplicação dentro da Arquitetura de Interiores. Ampliando o emprego dos têxteis e podendo-se alcançar conjuntamente com a aplicação de tecnologias, um produto inteligente e interativo ao mesmo tempo. Fazendo com que os espaços possam ser mais humanizados e adaptáveis aos usuários, o que garante mais bem-estar e conforto a quem habita.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo fundamental estudar a inserção de têxteis inteligentes na Arquitetura de Interiores, através do desenvolvimento de um produto físico, no caso, um painel interativo através de luz para conformação de uma parede de vedação interior (parede divisória).

Sabendo-se que hoje os têxteis passaram a ser empregados largamente na construção civil, devido à evolução das tecnologias que são agregadas a estes materiais e que dão um desempenho muitas vezes superior ao dos materiais convencionais, pretende-se pesquisar e elencar um substrato têxtil que com acréscimo de tecnologias inteligentes auxilie no intuito de flexibilizar espacialmente ambientes internos, na obtenção da economia de energia, a interação com o usuário e que mantenha desempenho e durabilidade exigidos, além de otimizar o ciclo de vida a fim de minimizar impactos ambientais.

Acredita-se que o estudo e o desenvolvimento de uma proposta possam vir a ser uma solução humanizadora das tecnologias dentro da Arquitetura espacial, ao pensar nas tecnologias como plataforma para satisfazer as necessidades individuais dos seres humanos de forma eficiente e facilmente compreendida.

Para atingir os objetivos citados acima, o produto a ser desenvolvido nesta dissertação tem que ter em conta:

- Os têxteis inteligentes aplicados na arquitetura e construção civil;
- Estudo aprofundado sobre as propriedades dos materiais a serem empregados e aplicados;
- Oportunidades de mercado ainda não exploradas e problemas que possam a vir ser resolvidos com a solução a ser desenvolvida;

A partir da pesquisa elaborada, pretende-se atingir a prototipagem de um produto inteligente de base têxtil que possa ser aplicado em arquitetura de interiores, auxiliando na flexibilização da mesma, possibilitando também, a interação com o usuário, assim como a individualização, tendo sido escolhido para tal uma parede divisória não portante (que não irá suportar cargas estruturais da edificação).

1.3 METODOLOGIA

A metodologia empregada para realizar o trabalho seguiu os seguintes passos:

- Primeiramente, definiu-se a problemática a ser explorada, neste caso foi a inserção de têxteis inteligentes na Arquitetura de interiores, visando especificamente desenvolver uma parede de vedação interior (parede divisória).

- Na segunda etapa, foram elencadas todas as tecnologias passíveis de ser utilizadas, elegendo-se assim quais seriam estudadas e o têxtil que deveria servir como base.

- Na terceira etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica. Foram pesquisados os têxteis eletrônicos, os PCM's e as estruturas tridimensionais, bem como os compósitos e as paredes de vedação interior existentes.

- Na quarta etapa deu-se o desenvolvimento de um novo produto, definindo os requisitos desejáveis e a definição clara do produto a ser prototipado.

- Na quinta etapa realizou-se o protótipo, sendo que este se deu por fases, primeiramente foi desenvolvido o têxtil eletrônico, posteriormente foram inseridos os PCM's ao têxtil tridimensional e por fim foram unidos através de impregnação de resina.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além dos componentes pré-textuais que compõem o início e a introdução da presente dissertação, a estrutura desta dissertação segue a seguinte ordem:

- Capítulo II: Realiza o estado da arte dos têxteis inteligentes existentes no mercado bem como a sua aplicação atualmente na Arquitetura. Partindo de análises realizadas, verifica-se a oportunidade do uso de um têxtil com acabamento que lhe garante o caráter inteligente, os PCM's, conhecidos em português como *materiais com mudança de fase*. Conjuntamente, foram pesquisados os têxteis eletrônicos e a domótica a fim de obter-se um produto interativo com o usuário e que tornasse possível o controlo do uso da energia elétrica.

- Capítulo III: Depois de definidos os materiais a serem trabalhados e o produto a que se aspira empregar o substrato têxtil como base, inicia-se o processo de *design*, com a definição dos aspetos a serem alcançados, a incubação, onde são geradas ideias e é possível assim

perceber-se o que é exequível, determinando-se o que é mais racional em termos de tecnologias disponíveis.

- Capítulo IV: Após a incubação, a ideia é elencada e é feita a prototipagem do produto. A prototipagem deu-se em etapas, sendo que foi possível verificar em cada uma delas a funcionalização dos materiais. Com o intuito de obter-se um produto funcional, de mais-valia e que contribua para a ampliação do emprego dos têxteis e das tecnologias aplicadas.

- Capítulo V: Como finalização do trabalho, realiza-se para isso a parte conclusiva, a partir das expectativas sobre o que era esperado do projeto e os objetivos alcançados. Perspectivas futuras são detectadas ao longo do trabalho e a partir dos resultados atingidos.

CAPÍTULO 02 - REFERENCIAL TEÓRICO

“ARQUITETURA deve falar do seu tempo e lugar, porém anseia por
ATEMPORALIDADE.”

Frank Gehry

2.1 O NOVO HABITANTE E O REFLEXO DOS NOVOS TEMPOS

Segundo matérias de Carter (2008) Wood (2008) e Aitkenhead (2011), a crise económica está se expandindo cada vez mais, ampliando a redução no poder aquisitivo. Assim identificam-se sinais claros de que vai haver, mesmo que por imposição, uma inversão comportamental, onde o consumidor passará a questionar mais a qualidade do que adquire, ou seja, os materiais empregados, o *Design*, etc. Levando-o a buscar mais informações, tornando-se mais atento, com papel ativo na conscientização dos perigos causados ao meio ambiente pelos maus hábitos acumulados por décadas e que agora cabe a ele modificá-los, trazendo à tona considerações quanto às preocupações ambientais e sociais que serão exigidas para não comprometer a existência das gerações futuras.

No trabalho analisado de Lipovetsky e Serroy (2010), a população em geral no futuro será muito mais informada e orientada no que diz respeito aos valores coletivos e amigáveis com relação ao meio ambiente e muito mais preocupado com a *performance* do produto do que com o *status*.

Ainda analisando o trabalho dos autores, a felicidade passa a ser uma escolha individual e para a realização pessoal, sem padrões definidos e cada vez mais autónomos. A idade média de vida passa a ser cada vez mais alta e o número de pessoas idosas solitárias será cada vez mais preocupante. Portanto, pode prever-se uma sociedade onde os idosos serão maioria e os jovens serão minoria.

Essas mudanças, sejam comportamentais ou de valores, afetarão a forma de habitar assim como os espaços em si. Sabendo-se que a Arquitetura e espaços são condições ora permanentes ora mutáveis ao longo do tempo, a fim de adequar-se às exigências da sociedade que está em constante mudança (Silva 2009).

Tais exigências da vida contemporânea demonstram que o espaço passou a ter caráter dinâmico. Os materiais empregados devem corresponder a questões além da estética, devem ser funcionais e suprir as diferentes necessidades, adaptando-se. Nada mais do que uma consequência da chamada revolução doméstica, que ao longo das décadas, com a quantidade de aparelhos eletrónicos, que cada vez mais fazem parte do quotidiano, já estabeleceram uma relação cada vez mais familiar no nosso dia a dia (Banham 1992).

Pode-se dizer que a difusão de tecnologias cresceu a ponto de ampliar o tempo dedicado ao ócio, pois o processo laboral passou a ser automatizado cada vez mais e como resultado com o passar do tempo começou-se a perceber que tais tecnologias poderiam ser empregadas, a nível de técnicas, na habitação para melhorar a qualidade de vida. Hoje ter a casa conectada a diversos dispositivos eletrônicos, que permitem uma aproximação pelo meio virtual no lugar da física, demonstra que haverá cada vez mais o uso do espaço doméstico, e sendo assim, exigindo cada vez mais a adequação do contexto espacial de forma dinâmica e funcional (Silva 2009).

Obrigando-se a repensar a habitação, num sentido onde as novas tecnologias impõem a uma remodelação do significado de abrigo (Wigley 1995).

As projeções atuais sobre o envelhecimento populacional demonstram que se trata um fenômeno universal, crescente e característico tanto dos países desenvolvidos como dos países do Terceiro Mundo. Até o ano de 2025 irá haver uma verdadeira revolução demográfica, há fatores indicativos, as taxas de fecundidade e de mortalidade estão em declínio e como consequência disso, o número de crianças e jovens está ficando cada vez menor. Pode-se afirmar que ao mesmo tempo que a longevidade é uma conquista sabe-se que isso também representa um grande problema. Se a população vai viver mais será obrigatório que o mundo se adapte a isso. Quanto maior o número de idosos, maior será a necessidade de recursos capazes de suprir as suas necessidades. Medidas para garantir uma vida digna e para facilitar a participação dos mesmos dentro da sociedade de forma saudável e segura devem ser planeados (Kalache & Veras & Ramos 1987, World Health Organization 2005). Outro fator importante a acrescentar, segundo a World Health Organization (2005), é a tendência das famílias diminutas. A migração dos jovens à procura de emprego e as mulheres passando a ser a força de trabalho formal, haverá como resultado cada vez menos pessoas disponíveis para cuidar dos idosos quando for necessário. Levando a crer que as formas de habitar devem auxiliar para que durante a velhice, o indivíduo se mantenha autônomo e independente o máximo possível.

A relação do ser humano com o ambiente físico deve ser satisfatória, seja quanto a espaço vivencial ou quanto aos aspetos construtivos e funcionais (Falcão & Soares 2011).

Segundo Vasconcelos & Villarouco & Soares (2009), “Desta forma, a responsabilidade do arquiteto ergonômista não se restringe apenas ao desenho de ambientes eficazes quanto às necessidades funcionais dos usuários, tais como conforto e segurança, na realização de suas

atividades, mas também em compreender as suas necessidades formais e estéticas a fim de lhes proporcionar um espaço agradável, de prazer e bem-estar.”

O espaço construído deve ser entendido como espaço vivencial, onde os valores simbólicos e culturais dos utilizadores influenciam na perceção do mesmo, ou seja, a interação do ser humano pode-se dizer, sofre interferência não só pelos aspetos construtivos e funcionais. Se Arquitetura é a disciplina que estuda a relação entre o ser humano e o espaço, o Design estuda a relação do ser humano e os artefactos. Para o entendimento do espaço vivencial as duas disciplinas possuem importância (Falcão & Soares 2011).

Sabendo-se que todos os seres humanos se diferem, é fato que não há como obrigar a todos a adaptar-se ao ambiente, uma vez que, produtos e espaços é que devem ser pensados para responder a essas diferenças. É possível atender a diversidade projetando espaços, produtos ou serviços que se adequam a pessoas, tanto idosas como crianças, pessoas deficientes ou lesionadas (Giongo & Bolaños & Batista 2011).

Também é fato, que todo o ser humano tem necessidades individuais e precisa de soluções que atendam as mesmas e que permaneçam suprindo ao longo do tempo. No caso dos espaços construídos a flexibilidade dos ambientes internos permitem essa maleabilidade. Sabe-se que a capacidade tecnológica e industrial já está apta a permitir o desenvolvimento da arquitetura e do design de forma atingir conceitos flexíveis, adaptáveis ou transformáveis, mas ainda está muito branda a inserção de conceitos que visem atingir esses domínios (Silva 2011).

O papel do designer e do arquiteto, dentro do âmbito profissional, deve ser o de auxiliar para que um maior número de pessoas tenha a sua vida facilitada, seja por produtos ou espaços. Assim, estaria incluindo aquelas pessoas que não fazem parte da norma. Sabendo-se que existem padrões comportamentais e que muitas pessoas tentam se adequar a eles para alcançar a aceitação dentro da sociedade, fica mais fácil perceber que escolhas são feitas no dia a dia para atender a modelos sócio culturais que acabam por condicionar a qualidade de vida (Giongo & Bolaños & Batista 2011).

Ainda segundo Giongo & Bolaños & Batista (2011), o reconhecimento da diversidade humana e das suas limitações amplia não só as possibilidades de atender um grande número de pessoas como também amplia a inclusão social, dando a possibilidade de que indivíduos que possuam limitações físicas se sintam parte da sociedade como qualquer pessoa. Sabendo-se que hoje cerca de 10% da população mundial convive com alguma deficiência, é o mesmo que dizer que “constituem a maior minoria no mundo”. Se todos os seres humanos experimentam

alguma adversidade nos espaços habitados ou nos produtos consumidos ao longo da vida são demonstrações de inaptações perante as necessidades dos mesmos. Projetar pensando somente em pessoas sem qualquer tipo de doença ou limitação não condiz com a realidade da nossa sociedade que está a envelhecer. Portanto, projetar contemplando a maioria significa não excluir e sim incluir mais pessoas, garantir a adequação para todas aquelas pessoas que com deficiência ou que venham a adquirir alguma limitação temporária.

Projetar o espaço construído é muito complexo, principalmente por sempre ter de lembrar que os seres humanos são muito distintos, pois a experiência de habitar é individual, logo a percepção vai variar de pessoa para pessoa. O que demonstra que cada pessoa tem as suas necessidades a suprir, sendo assim, cada pessoa precisa de um espaço diferente. A busca pelo aumento de aptidões de uso é necessário dentro de espaços, seja por se tratar de espaços coletivos ou pelos espaços hoje estarem cada vez mais diminutos ou porque as necessidades variam conforme o passar do tempo (Silva 2011).

O conceito de flexibilidade na habitação não é uma questão nova dentro da arquitetura. Le Corbusier com o projeto da casa Dom-ino, em 1915, e com a teoria dos cinco pontos, em 1926, demonstrou que já era uma questão antiga. Com a casa tentou alcançar a flexibilização por meio de 3 lajes apoiadas numa malha de pilares, onde alcançou a autonomia estrutural, o que significou que permitia fachadas e plantas totalmente livres. Sendo assim, as paredes internas estavam livres também, podendo ser dispostas somente como vedação e dando liberdade na escolha de como compartimentar, ou seja, obtém-se a liberdade funcional e formal. Arquitetos como Gerrit Rietveld, Mies van der Rohe também apresentaram trabalhos que demonstravam essa preocupação (Collares 2005, Comas 2006, Silva 2011). (Ver figura 01)

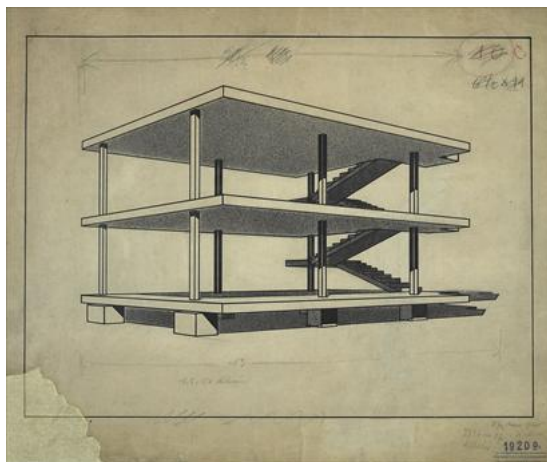


Figura 01: A casa Dom-ino, 1915, projeto de Le corbusier. (fonte: Silva 2011)

Segundo Silva (2011), o problema é que pouco se avançou de lá pra cá, se antes o maior problema era a tecnologia, hoje todos os meios tecnológicos e industriais permitem o desenvolvimento de novas soluções, sendo o profissional responsável por avançar nas metodologias de construção, conceitos e sistemas de construção que facilitem a flexibilização. Já é possível desenvolver materiais para elaboração de paredes muito finas e com pouco peso sem perder o comportamento acústico, facilitando a compartimentação, a solução de formas e podendo conter dispositivos eletrônicos que permitem interagir com o usuário.

Paralelamente às mudanças sociais e a crise econômica estão as questões ambientais que podem influenciar na prática projetual. A prática do *designer*, assim como do arquiteto, deve ser revisado para a consciência do fazer bem. Para isso, a conscientização destes profissionais do seu papel na sociedade passa a ser primordial.

Segundo Mossé (2010), sabendo dos impactos ocorridos no meio ambiente, a cultura do *Design* deve ser remodelada para abranger os aspetos do desenvolvimento sustentável.

Sustentabilidade pode ser definida como um sistema que visa sustentar e atender as necessidades presentes tendo em conta a responsabilidade de não prejudicar as necessidades futuras quanto ao uso de recursos naturais e meio ambiente em geral (Cavalcanti *et al.* 1994, Sobrinho 2008).

Sendo assim a sustentabilidade é um processo que se inicia na exploração de recursos, passando pelo desenvolvimento de tecnologias, consumo de energia, na geração de resíduos e contaminantes e vai além disso, deve levar em conta o desenvolvimento social e a diminuição na desigualdade desta, incluindo uma mudança de padrões de consumo e nas formas de educar a sociedade para tal. Demonstrando que é um sistema que só resulta interligado, onde uma ação está dependente da outra (Rattner 1999).

E para ter eficácia o conhecimento dos rumos da prática econômica atual deve ser difundido, fazendo da população não mero espectador, mas membros atuantes, a política deve se tornar realmente democrática, a exploração dos recursos deve ser delimitada através de uma definição clara dos mesmos e só assim definir as possibilidades de crescimento. O desenvolvimento de novas energias com possibilidade de renovação deve ser estimulado, o impacto social deve ser minimizado como premissa a um equilíbrio global e qualidade de vida. A mudança deve levar a uma inversão de valores e de estilo de vida, mas o que deve ficar claro é que não há outra possibilidade (Cavalcanti *et al.* 1994).

Tendo essa premissa compreendida, faz sentido a afirmação de que os arquitetos e *designers* possuem papel fundamental nesse processo. Arquitetos concebem os espaços que os seres humanos habitam e definem assim que materiais serão empregados e os *designers* definem que produtos consumidos, ou seja, são os principais responsáveis pelo comportamento como consumidor. Podendo influenciar para torná-lo mais consciente oferecendo produtos que respeitem mais o ambiente e divulgando os ganhos dessa prática para o bem comum. Ou seja, fica cada vez mais claro que uma mudança radical nos modelos de consumo e distribuição será inevitável. Por não se tratar de uma questão pontual e sim de todo um sistema e questões que estão comumente ligadas (Chaves 2009).

As novas práticas incluem a reciclagem que passa a ter cada vez mais um papel fundamental. Prevê-se que o reaproveitamento será mais solicitado em todas as áreas possíveis e a água cada vez mais escassa necessitará de tecnologias mais aperfeiçoadas para a reutilização. Movimentos que sugerem que o futuro será o do não consumo, alertam para a necessidade de desenvolvimento de produtos mais versáteis, reutilizáveis. A exemplo disso, já existe o movimento chamado “Slow life”, que surgiu em 2002 em Shizuoka no Japão, propondo um estilo de vida mais comedido. Uma reação ao estilo de vida que acomete a sociedade e é baseado no consumo desenfreado e na despreocupação quanto aos valores sociais e ecológicos (Carneiro *et al.* 2009).

Deixando claro que o arquiteto e o *designer* terão que projetar pensando nessas questões o que nos leva ao conceito de Design/ Arquitetura sustentável e inclusiva.

2.2. A CASA INTELIGENTE

Pode-se dizer que o surgimento dos eletrodomésticos na década de 20 foi o precursor da automação residencial, chamada também de domótica. Eram apresentados aos consumidores chamando a atenção para as comodidades e funcionalidades que essas tecnologias traziam aos lares, tornavam cada vez menor o tempo despendido nas tarefas doméstica (Bolzanni 2007).

Após a segunda guerra mundial iniciou-se uma expansão do mercado de eletrodomésticos. Com isso surgirão os primeiros sinais de que a automação nas casas iria

se consolidar. Surgiram aparelhos com controlos automáticos e programáveis, aumentando ainda mais a autonomia dos aparelhos eletrônicos (Mizuaki 2009).

A miniaturização eletrónica, o surgimento do computador pessoal e os avanços na transmissão de dados durante a década de 70, possibilitaram que fosse possível, por exemplo, ligar a televisão e abrir as cortinas em conjunto através de controlos remotos. Pode-se considerar que foi uma evolução dentro da automação residencial, devido à união de sistemas heterogéneos onde havia o cumprimento de múltiplas tarefas (Cavalcanti 1995, Mizuaki 2009).

Surgindo então, nessa época os primeiros projetos e padrões de comunicação de dados para a domótica, tinham custos absurdamente elevados e por consequência eram obviamente não comercializados. Mas possibilitou que se visionasse que a casa no futuro teria inteligência capaz de não só controlar os aparelhos eletrônicos da casa como seria possível programar o uso dos mesmos através de uma interface (Mizuaki 2009).

Só na década de noventa houve um aumento das empresas dedicadas a automação residencial, o que explica o fato de hoje ainda ser uma área em desenvolvimento e que ainda possui muito potencial, sem muitas grandes marcas no mercado. Acredita-se que com os preços em quedas haverá uma explosão de venda num futuro próximo. Sendo que segundo dados pesquisados pela Agência Frost & Sullivan em 2006, até 2013 o mercado europeu de domótica irá duplicar. E quando analisado que já há uma boa aceitação de produtos com altas tecnologias, leva-se a crer que está cada vez menor a rejeição da inserção das mesmas no quotidiano (Mizuaki 2009, Ferreira 2010, Frost & Sullivan 2011).

Segundo reportagem de Medeiros (2009), a automação residencial deixou de ser utópica para ser cada vez mais acessível. O que era antes futuro distante está se a tornar muito próximo e já demonstrando que deve ser um novo padrão de conforto de lazer para a população. Hoje já é possível encontrar sistemas integrados no projeto de imóveis novos, o que representa 4% do valor total dos mesmos. Significa que já está se estendendo da classe média alta para a classe média, representando uma significativa popularização.

Hoje já existem várias tecnologias agregadas que estão mais acessíveis ao alcance da população, sendo que, algumas construtoras já investem e que já se verificou público interessado, como (Mizuaki 2009, Medeiros 2009):

- Sistemas eletrodomésticos;
- Sistemas de controlo de temperatura;

- Sistemas de controlo de iluminação;
- Sistemas de análise de gastos;
- Sistemas de segurança;
- *Home theater*;
- Conexão com a internet sem cabos;
- Centro de controlo programável das tecnologias que comandam a casa.

As construtoras atentas a isso investem em instalações de cablagem planeadas, com as instalações elétricas passíveis de uma manutenção mais simplificada e económica.

Acredita-se que a domótica deve ter sempre o seu projeto centrado no utilizador, sendo personalizado e adequado às necessidades individuais. Um bom projeto significa estar a tecnologia bem integrada com o usuário. Sendo que deve ser sempre de fácil manuseio, não devendo ser necessário nenhum tipo de treino para que o usuário entenda o funcionamento e deve ser o mais simplificado possível, como por exemplo, excesso de botões ou comandos afastam de uma boa relação do usuário com a tecnologia (Medeiros 2009).

Um dos fatores que reforça isso é o fato do público idoso ser um dos mais beneficiados com a incorporação dessa tecnologia no dia a dia, pois o acréscimo dessa tecnologia nesse caso traz além de conforto, mais autonomia e auxilia na integração deste na sociedade (Bretano 2011).

A familiarização também está mais facilitada hoje em dia pelos avanços feitos em aparelhos de telefonia móvel, televisores e computadores. Que hoje parecem cada vez mais se fundir em um só produto, fazendo com que seja fácil imaginar uma integração de tecnologias que comande o lar. Outro aspeto reforçado é a da personalização do lar, acredita-se que cada vez mais haverá o entendimento de que a tecnologia deve se adaptar ao usuário, possibilitando que cada ambiente corresponda à necessidade exigida, a casa detectará quem está naquele ambiente e se adequará à necessidade do mesmo. Ou seja, será possível previamente montar perfis dos usuários da residência para que estes sejam reconhecidos (Carvalho 2011).

Outra questão levantada é que a Arquitetura do ambiente deve ser eficiente para um bom projeto de automação. Prevê-se que no futuro as casas serão cada vez mais modulares, para permitir uma melhor flexibilização, conseqüentemente alcançando a personalização e conjuntamente a possibilidade de produção em massa. A ideia é alcançar

com isso também, a economia de energia, pois com espaços mais pensados e de acordo com as necessidades individuais evita-se o desperdício e uso de tecnologia sem necessidade (Leal 2011).

2.3. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA TÊXTIL E NA AMPLIAÇÃO DO EMPREGO DOS TÊXTEIS

O desenvolvimento tecnológico junto aos têxteis passa a ser cada dia mais surpreendente. No trabalho analisado de Agis & Gouveia & Vaz (2001), a década de noventa representou um avanço tecnológico maior que o ocorrido nos 50 anos anteriores.

Sabe-se que o setor têxtil sempre causou impacto tecnologicamente. Foi com a tecelagem que a indústria alcançou pela primeira vez a total mecanização, sendo um dos setores responsáveis pela revolução industrial (Colchester 1996).

Atualmente as máquinas se aperfeiçoaram tanto que quase não há necessidade de intervenção humana, são comandadas por sistemas assistidos por computadores (CAM), que permitem alcançar padrões, cores, formas e medidas mais precisas além de aumentar a função produtiva (Agis & Gouveia & Vaz 2001).

E o surgimento das fibras sintéticas impulsionou tanto os avanços dos têxteis em termos de performance e possíveis aplicações como a possibilidade que, cada vez mais, o homem possa ter controlo sobre o que e como produz independente do meio ambiente (Colchester 1996).

Crê-se que a aplicação de têxteis passará cada vez mais por alcançar funções e áreas mais abrangentes, consequência dos esforços conjuntos das áreas de domínio da tecnologia, ciência e das artes que possibilitam o surgimento de novos materiais, processos e aplicações (Colchester 1996, Tao 2005).

Em 2007 relatório da BBC research sobre a projeção do mercado de têxteis nos Estados Unidos já apontava um crescimento vertiginoso em quase todas as áreas dos têxteis com tecnologias agregadas. Previu-se também, que grande parte dos produtos que serão consumidos num futuro próximo, em 5 anos por exemplo, não tenha sido concebida ainda (Agis & Gouveia & Vaz 2001).

Sendo que além disso, há indícios de que os consumidores tendem a procurar cada vez mais por produtos com valor acrescentado. Características como multifuncionalidade, interatividade e entretenimento tendem a se tornar cada vez mais básicas para atender a procura. Impulsionando do *designer* ao cientista a trabalhar de forma multidisciplinar para alcançar produtos dinâmicos (Tao 2005).

2.4. TÊXTEIS TÉCNICOS

Os têxteis técnicos fazem parte de um dos três principais setores da indústria têxtil juntamente com os têxteis para casa e para vestuário. São têxteis produzidos pelas suas características funcionais e desempenho técnico, onde as características estéticas ou decorativas ficam em segundo plano. São usualmente tecidos, mas podem ser malhas e também não-tecidos (Badawi 2007 e Kuusisto 2010).

Atualmente são produzidos tanto em países industrializados quanto naqueles que estão se industrializando. Englobam diferentes setores da indústria bem como diferentes setores de mercado.

Segundo a tese de doutoramento de Badawi (2007), a maior parte desses têxteis tem estrutura bidimensional, mas hoje observa-se um crescente interesse no desenvolvimento e produção de estruturas tridimensionais.

2.5. TÊXTEIS INTELIGENTES

Os têxteis sempre tiveram um impacto significativo na vida do ser humano, pois segundo Saltzman (2007) vivemos num mundo têxtil, encontramos no mobiliário, roupas, veículos, etc.

Nos últimos anos um novo termo surgiu que vem sendo cada vez mais incorporado no quotidiano, seja pelo aperfeiçoamento dos materiais sintéticos, avanços na engenharia de micro eletrónicos ou de acabamentos, obteve-se materiais têxteis passíveis de ser nomeados “inteligentes” (Colchester 1996).

Sendo assim, a indústria têxtil tem apostado em inovação de produtos, e para isso a pesquisa científica tem-se consolidado cada vez mais na área dos têxteis inteligentes. Estes correspondem à geração mais recente dos têxteis técnicos, que são concebidos para suportar padrões de qualidade exigidos em utilizações técnicas extremas, que estão fora do alcance dos têxteis tradicionais (Merino, 2009).

As previsões são de que este campo conhecido como tecidos inteligentes será uma das linhas de maior agitação na economia mundial moderna (Zafar, 2008).

O conceito de material inteligente foi definido no Japão em 1989, e foi usado pela primeira vez para caracterizar as propriedades de um tecido obtido pelo processamento da seda mais o SMA (*shape memory alloy*), que estavam relacionadas à memória de forma. Porém, o desenvolvimento de materiais com memória de forma e géis poliméricos inteligentes nas décadas de 1960 e 1970, respectivamente, são aceites como o momento do nascimento dos materiais inteligentes. O desenvolvimento atualmente é constante, seja em inovações no que diz respeito a funcionalidade ou a atuação do próprio material, e é principalmente desejável para aplicações comerciais (Clevertex 2005, Laschuk 2008 e Kuusistos 2010).

Os têxteis inteligentes são constituídos por fibras ou acabamentos que dão as propriedades funcionais e a possibilidade de responder ao meio ambiente através de estímulos. Pode-se afirmar que se trata da futura geração de alto desempenho e técnica (Kuusistos 2010).

Os têxteis inteligentes imprimem outro significado aos produtos aos quais são empregados, pois possuem propriedades funcionais que podem captar, responder e se adaptar às condições ou estímulos produzidos pelo meio ambiente (Clevertex 2005, Laschuk 2008, Kuusistos 2010).

Alcançando através de fontes que podem ser tanto mecânicas, químicas, térmicas, elétricas, magnéticas ou outras, as reações que podem vir a ser diretas, como por exemplo mudança de cor e de luminosidade, forma, volumetria, entre outras fisicamente visíveis ou reações indiretas que são aquelas relacionadas a mudanças a nível elétrico, molecular ou magnético, podendo ser completamente invisível a olho nu. O que dá o caráter inteligente aos materiais pode ser introduzido em diferentes fases do processo para obtenção do têxtil. Pode ser introduzido durante o desenvolvimento da fibra, também é possível introduzir durante o desenvolvimento dos fios ou filamentos, em processos como revestimentos e laminados, bem como podem ser utilizados dispositivos independentes do têxtil (Clevertex 2005, Laschuk 2008 e Kuusistos 2010).

Segundo o projeto Clevertex (2005), os têxteis inteligentes estão divididos em 3 subgrupos: têxteis passivos, têxteis ativos e têxteis muito inteligentes.

- Têxteis inteligentes passivos só captam as condições do ambiente ou estímulos externos mas não reagem, funcionam como os sensores.
- Têxteis inteligentes ativos captam as condições do ambiente e estímulos externos e reagem a eles, são sensores e atuadores.
- Já os têxteis muito inteligentes têm a capacidade de captar, reagir e adaptar seu comportamento conforme os estímulos captados do ambiente.

Os materiais que conferem ao têxtil as características inteligentes podem estar incorporados à sua estrutura de diversas formas, por extrusão na confecção do filamento, na tecelagem, no trançado, bordados, costuras, acabamentos, laminações e impressões (Clevertex 2005).

Têxteis e materiais inteligentes possuem características em comum. Aqueles que são inteligentes passivos atuam como sensores. Os inteligentes ativos atuam como sensores e atuadores aos estímulos captados. Já os muito inteligentes atuam como sensores, atuadores e processadores conforme os estímulos captados, ou seja, podem sentir, reagir e se adaptar ao próprio ambiente. Podem incluir uma fonte de energia, de processamento de dados e dispositivo de transmissão, sensores e atuadores em sua estrutura. Os materiais inteligentes sentem impulsos que incluem reações químicas, a umidade, elétricas, magnéticas, mecânicas, a luminosidade, a pressão do som e de temperatura (Kuusisto 2010).

As áreas de pesquisa que abrangem os têxteis inteligentes são inúmeras, podendo ser agrupadas em: sensores e atuadores, transmissão de sinais, processamento e controlo como também por processos integrados e produtos. Segundo Laschuk (2008), as áreas de pesquisa em relação a estas novas tecnologias podem ser agrupadas desta forma para sensores/atuadores:

- Materiais fotossensíveis;
- Fibras ópticas;
- Polímeros condutores;
- Materiais termo sensíveis;
- Materiais com memória de forma;
- Membranas e revestimentos inteligentes;
- Polímeros químico-responsivos;

- Materiais mecânico-responsivos;
- Microcápsulas;
- Micro e nanomateriais;

Transmissão de sinais, processamento e controlo:

- Redes neuronais e sistemas de controlo;
- Teoria e sistemas cognitivos;

Para processos integrados e produtos:

- Fotónica e eletrónica em vestuário;
- Estruturas adaptáveis e responsivas;
- Biomimetismo;
- Bioprocessamento;
- Liberação de substâncias químicas e de remédios;

O emergente desenvolvimento dos têxteis inteligentes resultou em novas aplicações que mudam a maneira como pensamos sobre materiais, sensores e atuadores. Para que os materiais têxteis sejam capazes de responder a estímulos devem estar em combinação com outros materiais e estruturas. Este componente pode ser um composto químico ou um chip eletrônico. Em muitos casos o componente têxtil está apenas atuando como material condutor ou transportador de informação (Zafar, 2008).

Segundo Karana & Kandachar (2006), a aplicação da maioria dos materiais inteligentes levou décadas até à sua aplicação para bens de consumo. Mas, afirma que o emprego destes materiais no contexto arquitetónico foi revolucionário tanto para as possibilidades de *design* como na composição dos materiais e estrutura.

Segundo dados do projeto Clevertex (2005) têxteis para o lar e interiores ocupam o segundo lugar na produção mundial. Sendo que, nos últimos anos o mercado tem emergido em razão a evolução de pesquisas e desenvolvimentos de novos produtos e que junto a isso, há o fato de o poder aquisitivo estar em constante declínio e em consequência tem-se a valorização cada vez maior do desempenho dos produtos.

A convergência de tecnologias aplicadas aos têxteis torna-os aptos para cumprir funções em um amplo espectro, podendo transformar produtos, que hoje se encontram rígidos e inflexíveis, significando ainda que o emprego deste vem como um ganho não só econômico como também para suprir necessidades de desempenho, *design* e bem-estar aos seres humanos (Clevertex 2005, Karana & Kandachar 2006).

2.5.1. PCM's, MATERIAIS COM MUDANÇA DE FASE

Segundo a dissertação de Nunes (2011, pg. 59):

“Atualmente há uma forte tendência para se aplicar nos edifícios elementos construtivos leves, para diminuir as respetivas dimensões e ganhar espaço útil. A construção tradicional, típica da arquitetura vernacular, caracteriza-se pela forte inércia térmica através da massa de paredes da envolvente e divisórias, ou seja, o edifício, com paredes espessas de terra, pedra ou de elementos cerâmicos, alcança estabilidade térmica e uma diminuição significativa relativamente à dependência energética. No entanto, estes sistemas funcionam utilizando a parte sensível do calor de aquecimento ou de arrefecimento, o que limita significativamente a sua capacidade de acumular energia, já que estes sistemas nunca podem atingir temperaturas abaixo de temperatura mínima do ar durante a noite, ou temperatura acima dos limites estabelecidos pela energia proveniente da radiação solar. É também necessário considerar-se o fato do aquecimento ou arrefecimento por condução de sólidos tender a concentrar a energia nas camadas mais superficiais. Outra das desvantagens inerentes aos sistemas de armazenamento de energia na forma de calor sensível é que tanto o carregamento como a descarga de energia são realizados em gamas de temperaturas variáveis, uma vez que é a essência fundamental de sistemas sensíveis de modo que nunca trabalham sob condições de conforto.”

Pode-se afirmar que todos os materiais possuem capacidade de usar calor latente quando estes mudam de estado físico, mas também é correto afirmar que é mais eficaz nos materiais conhecidos como materiais com mudança de fase, os PCM's. Porque a energia latente é acumulada quando o material transita de fase, e é aquela que serve para quebrar as ligações moleculares, iniciando quando atinge a temperatura de fusão do material, o que diferencia de material para material (Nunes 2011).

O desenvolvimento de materiais com tecnologia que permite a mudança de fase teve início na década de 1970 na NASA e é um dos desenvolvimentos mais notáveis, no campo dos tecidos de controlo da temperatura. Os PCM's (*phase change materials*), materiais com mudança de fase, possuem essa denominação pela capacidade de se modificarem de um estado para o outro, num determinado intervalo de tempo, armazenando calor latente quando

estão a passar de sólido para líquido (reação endotérmica) e libertando o calor latente quando estão a passar de líquido para sólido (reação exotérmica), em resposta as variações de temperatura do ambiente. Estes materiais libertam ou absorvem calor, uma vez que oscilam entre diferentes estados físicos (Soutinho 2006, Kuusistos 2010 e Nunes 2011). Ver figura 02.

Ao contrário dos isolamentos tradicionais, os tecidos com 'PCM's' trabalham interactivamente, com o ambiente, prevenindo alterações bruscas de temperatura, quando a temperatura do ambiente sobe. Os tecidos com 'PCM's' são particularmente adaptáveis durante uma pequena percentagem de tempo, ou em situações em que picos de atividade são intercalados com períodos de inatividade (Soutinho 2006).

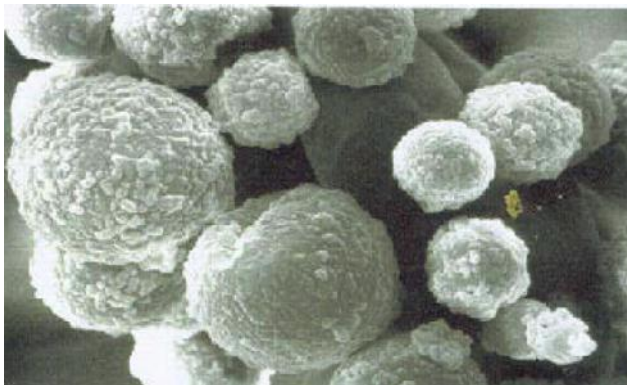


Fig. 02: Vista microscópica de microcápsulas de PCM. (Fonte: Soutinho 2006)

Os 'PCM's' têm a capacidade de absorver, armazenar e libertar o calor sempre que se revela necessário. Deste modo, a sensação de frio ou calor diminuem. A forma de incorporar nos têxteis resulta de uma tecnologia ultimamente muito em voga – o micro encapsulamento. Nos materiais têxteis que incorporam esta tecnologia, as cápsulas, embora pequenas, são indestrutíveis. Dentro destas microcápsulas, encontram-se armazenadas substâncias, como por exemplo as parafinas, que são capazes de mudar de fase (Soutinho 2006 e Kuusistos 2010). Ver figura 03 ilustra a estrutura de uma micro cápsula.

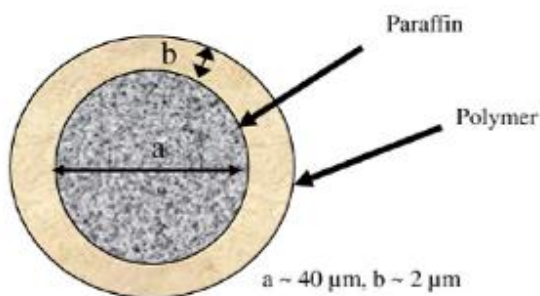


Fig. 03: Modelo de microcápsula de PCM. (Fonte: Soutinho 2006)

Os materiais com PCM's absorvem o calor quando este é excessivo e devolvem-no ao ambiente quando necessário. Graças a estes materiais, o ambiente pode se adaptar plenamente às diferenças de temperatura, sendo que assim o conforto pode ser maximizado (Soutinho 2006).

Quando a temperatura aumenta progressivamente os PCM's que estão no estado sólido mudam para o líquido, pois neste momento são ativados pelo calor e este é absorvido pelos PCM's proporcionando um efeito refrescante provisório. Por outro lado, se a temperatura diminuir, os PCM's passam do estado líquido para o estado sólido, esta mudança de fase proporciona um aquecimento, neste caso os PCM's libertam calor com a mudança de fase (Nunes 2011).

Os PCM's podem absorver e libertar calor ao meio circundante (Soutinho 2006). Ver figuras 04 e 05.

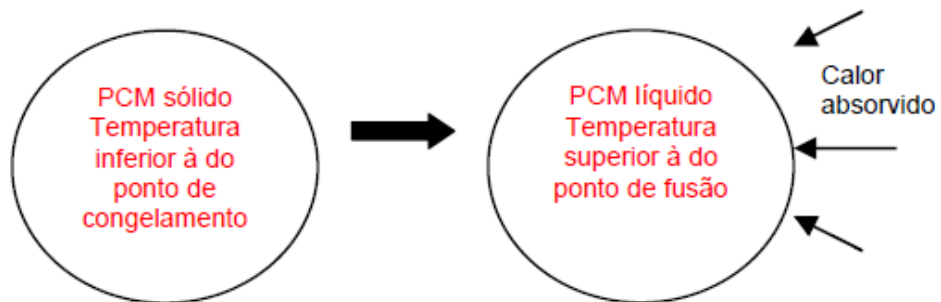


Fig. 04: Efeito Refrescante de PCMs. (Fonte: Soutinho 2006)

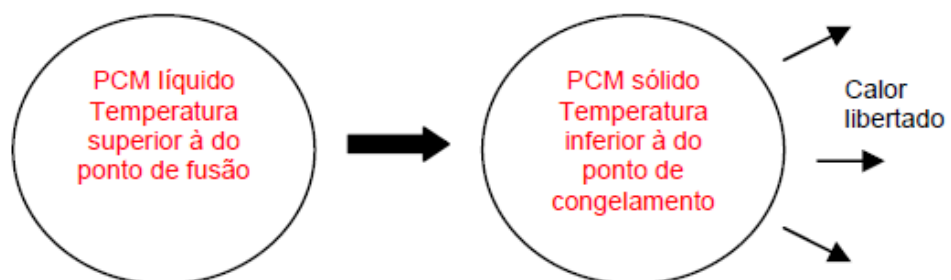


Fig. 05: Efeito de aquecimento de PCMs. (Fonte: Soutinho 2006)

No entanto, os PCM's devem cumprir vários critérios para serem usados, sendo eles:

- Elevado calor de fusão / hidratação;
- Elevada condutividade térmica;
- Elevada capacidade calorífica;

- Mudança de volume mínima durante transição de fase (fusão/amolecimento);
- Temperatura de mudança de fase satisfatória (muito próxima dos 28°C);
- Reversibilidade na mudança de fase;
- Quimicamente estável
- Não corrosivo;
- Não tóxico;
- Inflamável;
- Possuir baixo custo.

Os PCM's mais estudados, nos últimos 40 anos, foram os hidratos, ceras de parafina, ácidos gordos e composição orgânica e inorgânica (Soutinho 2006).

As microcápsulas podem se incorporar diretamente na própria fibra sintética ou artificial pelo processo de fiação por extrusão, levando em conta que se o número for excessivo, afetaria a resistência à tração. Mas também podem se fixar pelo acabamento. Esse acabamento pode ser por foulardagem, revestimento ou esgotamento. (Martín 2007). Ver figuras 06 e 07

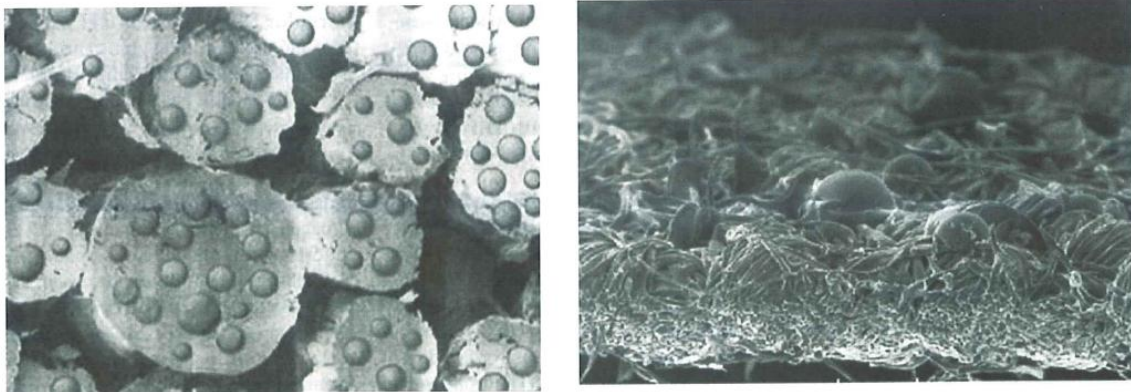


Fig. 06 e 07: Microcápsula de PCM incorporada diretamente na fibra e aplicada com um acabamento no tecido. (Fonte: Soutinho 2006)

2.5.1.1. CLASSIFICAÇÃO E PROPRIEDADES DOS PCM's

Pode-se classificar os PCM's em diferentes subcategorias de acordo com a sua composição química, encontramos assim: orgânicos, inorgânicos e eutéticos (Sharma & Tyagi & Chen 2007 e Nunes 2011). Ver o diagrama 01, com a classificação dos materiais de armazenamento de energia.

Diagrama 01: Classificação dos materiais de armazenamento de energia.

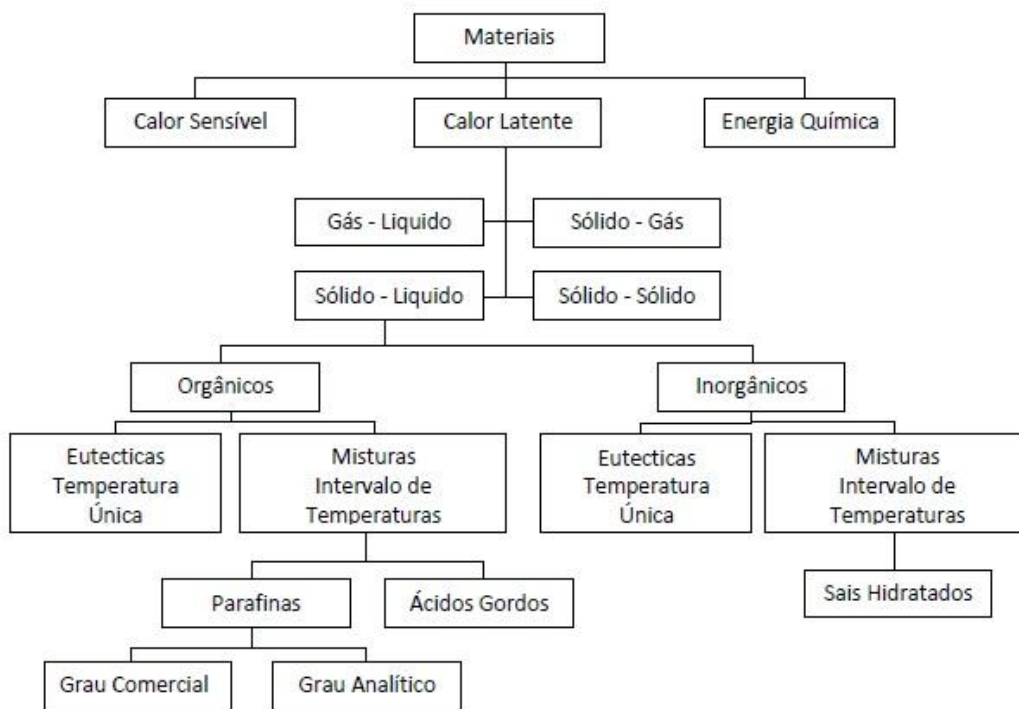


Diagrama 01: Diagrama de classificação dos materiais de armazenamento de energia. (Fonte: Nunes 2011)

Os compostos ditos orgânicos podem ser parafínicos ou não parafínicos, já os compostos inorgânicos podem ser sais hidratados ou metálicos e eutéticos, sendo que estes últimos são formados por dois ou mais componentes que fundem e cristalizam harmonicamente, atingindo-se assim uma mistura de cristais compostos que podem ser tanto orgânicos como inorgânicos (Sharma & Tyagi & Chen 2007 e Nunes 2011). Ver na tabela 01 a classificação e caracterização dos PCM's.

Tabela 01 - Classificação e caracterização dos PCM 's

	PCMs	Temperatura de fusão (°C)	Entalpia de fusão (kJ/kg)
Inorgânicos	KF.4H ₂ O (Fluoreto de potássio tetrahidratado)	18,5	231,0
	CaCl ₂ .6H ₂ O (Cloreto de cálcio hexahidratado)	29,0	190,0
	Na ₂ SO ₄ .10H ₂ O (Sulfato de sódio decahidratado)	32,0	251,0
	LiNO ₃ .3H ₂ O (Nitrato de lítio trihidratado)	30,0	296,0
	Zn(NO ₃) ₂ .6H ₂ O (Nitrato de zinco hexahidratado)	36,4	147,0
Orgânicos	CH ₃ (CH ₂) ₂₆ COO(CH ₂) ₃ CH ₃ (Estereato de butilo)	19,0	140,0
	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ OH (1-Dodecanol)	26,0	200,0
	CH ₃ (CH ₂) ₃₂ COOC ₃ H ₇ (Palmitato de propilo)	19,0	186,0
	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ OH (1-Tetradecanol)	38,0	205,0
Misturas Eutéticas	CaCl ₂ .6H ₂ O /MgCl ₂ .6H ₂ O (Cloreto de cálcio /Cloreto de magnésio)	25,0	127,0
	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O / Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O (Nitrato de cálcio / Nitrato de magnésio)	30,0	136,0
	Na(CH ₃ COO).3H ₂ O / CO(NH ₂) ₂ (Acetato de sódio / Ureia)	30,0	200,0
	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH / CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH (Ácido cáprico-laurico)	21,0	143,0

Tabela 01: Classificação e caracterização de alguns PCM 's (Fonte: Nunes 2011)

Os PCM 's devem respeitar alguns requisitos, devem por exemplo, possuir propriedades termodinâmicas, cinéticas e químicas específicas, para que possam ser empregados como sistema de armazenamento de energia. Quanto às propriedades termodinâmicas devem possuir as seguintes características: ter a temperatura de transição de fase na margem de temperaturas de operação desejadas, ter elevado calor de transição por unidade de volume (para que armazene o máximo de energia possível se utilizando do mínimo de incorporação de PCM), ter elevado calor sensível (que é representado pela capacidade calorífica, de forma a aumentar a sua capacidade de armazenamento de energia), elevado poder de condutividade térmica tanto no estado sólido quanto no líquido (facilitando assim, a transferência de calor), ter reduzida variação de volume durante a transição de fase (evitando problemas quanto a sua contenção e processamento de fusão harmónico, mantendo de forma constante a capacidade de armazenamento ao longo de ciclos repetidos. Quando se trata das propriedades cinéticas devem possuir elevada velocidade de cristalização para evitar que haja o subarrefecimento da fase

líquida e assim poder responder às necessidades do meio envolvente. E por fim quando se trata das propriedades químicas, os PCM´s devem apresentar ciclos de carga e descarga reversíveis, sem que haja degradação após um grande número de ciclos. Na hora da escolha de qual tipo de PCM elencar o preço e a disponibilidade do material se tornam fatores importantes (Nunes 2011).

2.5.2. TÊXTEIS ELETRÓNICOS

Segundo artigo de Araújo & Salvado (2010) pg. 01:

“Em 1991, Mark Weiser, cientista da Xerox Parc, preconizou que os computadores pessoais como tal tenderão a desaparecer, passando a fazer parte de todos os objetos, de forma integrada e omnipresente. Segundo o autor, os computadores aparecerão integrados nos mais diversos objetos usados no dia-dia: peças de vestuário, cartões de crédito, chaves de ignição, eletrodomésticos, etc. Além de omnipresentes serão também invisíveis para os utilizadores, no sentido de estarem completamente integrados no ambiente que nos rodeia. Deste modo teremos de aprender a conviver com os computadores e não apenas a interagir com eles. Nascia assim a "Ubiquitous Computing" (Computação Ubíqua ou Omnipresente), que se refere a ambientes com objetos operados por computador e interligados por redes sem fio. Ou seja, mobilidade, comunicação e poder de processamento integrados em objetos de uso corrente.”

Os têxteis considerados eletrônicos são substratos têxteis que graças a incorporação de dispositivos eletrônicos ganham a capacidade de receber, analisar, armazenar, enviar e mostrar dados de forma visível. Sendo que o desenvolvimento destes tipos de têxteis depende tanto da miniaturização dos componentes eletrônicos quanto a sua integração no têxtil (Sánchez 2006 e Laschuk 2008).

Segundo dissertação de Laschuk (2008), os têxteis inteligentes são uma área nova, e os estudos quanto a inclusão de têxteis eletrônicos ou não nessa categoria ainda divide opiniões. Alguns estudiosos refletem sobre o assunto como se os têxteis eletrônicos só pudessem ser considerados “uma solução inteligente”, sendo que outros estudos apontam os mesmos como

inteligentes, desde que dentre seus atributos estejam as capacidades de sentir e responder aos estímulos do meio ambiente, mesmo que para isso sejam empregadas tecnologias eletrônicas.

Pode-se afirmar que, a eletrônica é somente uma das áreas que os têxteis inteligentes podem incorporar no seu desenvolvimento. Sendo que, os avanços dependem de como a “parte experimental e teórica foram conjugadas nas várias disciplinas como a ciência dos materiais, da computação, eletrônica, química e físicas entre outras que são conjugadas com a tecnologia e o design têxtil” (Laschuk 2008). Ver abaixo, na figura 08, antena têxtil desenvolvida para comunicação através do vestuário, comunicando-se uns com os outros ou com o mundo exterior. Possui um fio condutor bordado no tecido que com a forma de uma serpentina com acoplamento indutivo para a comunicação entre os fatos (Gould 2003). E na figura 09, E-broidery, bordado condutor feito com fios metálicos e fios de seda, revestidos com folha de cobre (Nørstebø 2003). Ambos, exemplos de têxteis eletrônicos.

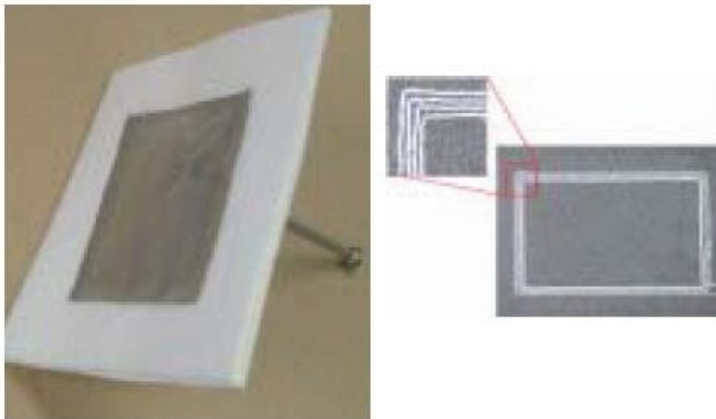


Fig. 08: Antena têxtil. (Fonte: Gould 2003)

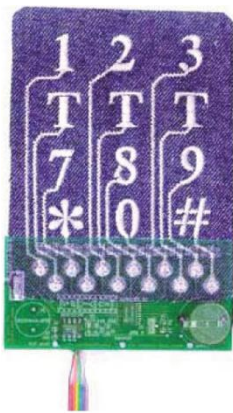


Fig. 09: E-broidery. (Fonte: Nørstebø 2003)

Segundo o artigo de Sánchez (2006), os componentes para que um sistema eletrônico seja considerado apto para uso devem ser os seguintes: “uma rede de transmissão de dados, entre o computador e a rede externa; uma unidade de sensores para o registro biométrico e os dados do meio ambiente; uma unidade de cálculo, análise e armazenamento de dados; uma unidade para o fornecimento de energia; uma unidade de ação adaptada às situações para criar o efeito sobre o usuário, mostrando-lhe os dados.”

Quanto à integração de eletrônicos em substratos têxteis é fundamental levar em consideração planos de integração distintos. Primeiramente, os componentes eletrônicos são integrados ao substrato têxtil utilizando elementos de *design* especialmente montados no mesmo, exclusivamente para permitir a introdução de componente (s) externo (s). Segundo, o material têxtil pode ser um componente eletricamente ativo, tendo como função fornecer pelas propriedades do próprio materiais ou pela introdução de elementos têxteis eletricamente ativos pelo bordado (Abreu et al., 2007).

Empresas como a Wornz e a Softswitch estudam formas de incorporar ao têxtil os componentes eletrônicos. Atualmente, já é possível incorporar sensores ao vestuário, tapetes, papéis de parede, entre outros, para auxiliar no controlo de diversas funções, como controlo da luz, temperatura, segurança, etc. Com o avanço da tecnologia, dispositivos como os interruptores, já podem ser acrescentados através de estamaria ou bordados. Outras empresas, como a Electro Textiles, vêm desenvolvendo têxteis eletrônicos inovadores, entre estes se destaca um têxtil que combina estruturas têxteis e *microchips*, resultando num têxtil leve, durável, flexível e competitivo em termos de custos. Já na Universidade de Brunel, foi desenvolvido um tecido sensorial que alcançou custo igual ao de um tecido normal. O têxtil é sensível a pressão física de contato, combina desenho de um teclado de computador normal com tecnologia eletrônica. Os eletrônicos e os sensores estão entre os tecidos, tendo localizados certos pontos sensíveis. Foi atingido um têxtil lavável e com alta durabilidade, a mesma tecnologia pode ser aplicada a outras área e com isso efetuar diversas funções (Sánchez 2006). Ver figura 10.



Fig. 10: Têxtil sensorial desenvolvido pela Universidade de Brunel. (Fonte: Sánchez 2006)

2.5.2.1. LEDs (DIODO EMISSOR DE LUZ)

O diodo emissor de luz é mais vulgarmente conhecido pela sua sigla em inglês LED (*light emitting diode*), sendo que a sua função primordial, como já diz o nome, é emitir luz. A dimensão desse tipo de componente é, em geral, de 0,5 à 1cm de diâmetro (Mezzadri 2011 e Anon². n.d.).

O LED foi criado em 1963, por Nick Holonyac, surgiu inicialmente somente na cor vermelha e com baixa intensidade de luz. E ficou por muito tempo restrito ao uso para indicação de estado, ou seja, foi empregado em aparelhos como televisores, rádios e afim para sinalizar se o aparelho eletrônico estava ou não ligado. A cor amarela surgiu no final da década de 60. Em 1975 surgiu o LED com cor verde, com comprimento de onda próximo ao da cor amarela mas com mais intensidade que a mesma. Foi só na década de 80 em que as cores vermelha e âmbar alcançaram níveis de intensidade de luz que permitiram que o processo de substituição de lâmpadas convencionais pelos LEDs começasse a ser possível, principalmente no setor automobilístico. Na década de 90 houve um progresso tecnológico que permitiu obter LEDs com comprimento de onda menor, alcançando cores como azul, verde e ciano, além da cor branca, atingindo com isso todo o espectro de cores (Anon². n.d.).

Até a década de 90 o ângulo de emissão de luz ia de 8 a 30 graus, no final dos anos 90 surgiram LEDs que alcançavam 110 graus. Foram chamados LEDs de potência Luxeon e tinham de 30 a 40 lumens de fluxo luminoso, sendo que hoje já é possível encontrar 120 lumens e com potência de até 5 watts, em diversas cores, o que possibilitou uma considerável substituição de

vários tipos de lâmpadas pelos LEDs além da ampliação de aplicação de iluminação (Anon². n.d.).

Quanto a vida útil, os LEDs, hoje, possuem uma grande vantagem quanto às lâmpadas do tipo incandescente. Enquanto os LEDs possuem vida útil em torno de 50 mil horas, o que significa esse tempo acesos, as lâmpadas incandescentes duram apenas em torno de 4 mil horas, o que representa um total de 75 por cento a mais de eficiência. Sendo que, os custos com lâmpadas do tipo incandescente tornam-se muito mais altos quando comparados ao tipo LED (Mezzadri 2011).

2.5.2.2. MICROCONTROLADOR

Quase todos os sistemas eletrônicos possuem atualmente pelo menos um microcontrolador. Foram e são imprescindíveis para o desenvolvimento de sistemas eletrônicos, pois gerenciam as funções e dispositivos, possuindo um tamanho diminuto. O microcontrolador pode realizar várias funções pois reúne vários circuitos em um único componente (Martins 2005).

O microcontrolador, conhecido pela sigla MCU, é o que pode-se chamar de “cérebro” do sistema, pois é o responsável por deliberar de que forma e o momento que o sistema deverá realizar certas ações. Sendo que, o que define isso é a programação e as características do microcontrolador, por isso a programação deve ser feita considerando além da aplicação a qual se destina o tipo de microcontrolador que se quer utilizar (Montenegro & Araújo 2012).

O MCU normalmente não necessita nenhum componente externo pois possui uma unidade central de processamento (CPU) e periféricos de entrada e saída de dados, como, memória de dados (RAM), memória EEPROM, *timers*, ADC (conversor analógico digital), comunicação em série, pinos I/O (*input* e *output*), etc. Os periféricos que um MCU contém podem variar, porque estão relacionados com o tipo e complexidade dos mesmos. A velocidade de processamento dos dados tanto quanto a arquitetura são características importantes, sendo que ambas se encontram num IC (circuito integrado) que possui um consumo de corrente elétrica muito baixa e também são capazes de entrar em modo de espera o que os torna ideais quando se deseja baixo consumo energético, além disso, os custos de produção são acessíveis (Montenegro & Araújo 2012).

O mais indicado para o desenvolvimento de um projeto em que se pretende empregar o MCU é levar-se em conta quais são os requisitos almejados para tal e então pesquisar no mercado quais são as opções que podem vir de encontro ao projeto. A gama é muito extensa de MCU, para o presente trabalho vai-se versar sobre o microcontrolador presente na placa de desenvolvimento do LilyPad Arduino, escolhida por ser passível de ser aplicado em uma base têxtil, possui plataforma livre (ou seja, *software* e *hardware* livres), possui *hardware* fácil de usar, destinado a designers, artistas, e a todos que desejam alcançar a interatividade seja através de objetos ou ambientes, além de ser de baixo custo (Arduino 2012).

2.5.2.3. LILYPAD ARDUÍNO

“A gama de produtos LilyPad, do vendedor SparkFun, foi desenhada especialmente para aplicações eletrónicas em têxteis adaptando a componentes eletrónicos normais superfícies que permitem o contacto e costura de fios têxteis condutores ” (pg.14, Montenegro & Araújo 2012).

É uma placa de desenvolvimento que faz a interface entre os pinos do microcontrolador ATmega, de 168V ou 328V (a diferença entre dois é a capacidade de memória, que é maior no segundo, assim como é menor o consumo de energia do primeiro), e os fios condutores têxteis através de conectores que permitem não só o contacto como a costura dos fios (Montenegro & Araújo 2012 e Anon³. N.d.). Ver figura 11.

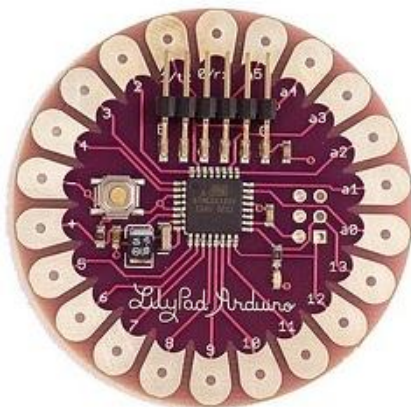


Fig.11: Microcontrolador Lilypad Arduino. (Fonte: Anon³. N.d.)

O ATmega 328 foi desenvolvido pela empresa Atmel e possui as seguintes características:

- O LilyPad Arduino é um círculo, cerca de 50 mm de diâmetro. A placa em si tem 0,8 milímetros de espessura e cerca de 3 mm com os eletrônicos.

-Possui 6 canais ADC (conversor analógico digital), 10 bits de resolução e tensão entre 0V a 5V.

-Possui 16 portas I/O (*input/output*).

-Possui periférico para efetuar comunicação série.

-Possui 16KB de memória EEPROM (memória programável apagável somente de leitura).

-Possui baixos consumos e permite alimentação externa através de pilhas.

-É fácil de coser no têxtil. Ver figura 12.

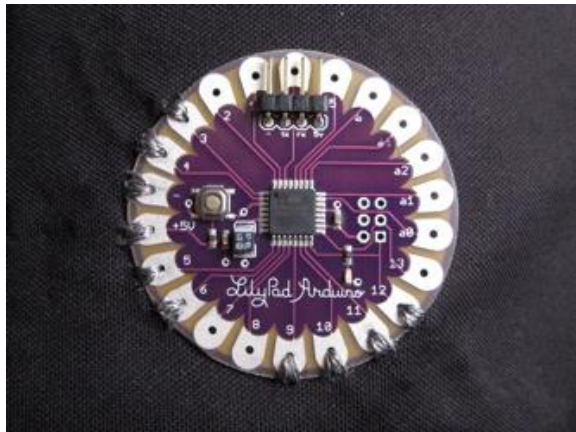


Fig.12: Microcontrolador LilyPad Arduino costurado no têxtil. (Fonte: Anon³. N.d.)

2.5.2.4. SENSORES ELETRÔNICOS

Sensor é um dispositivo capaz de receber uma grandeza física e medir a mesma convertendo-a em um sinal elétrico, ou seja, transforma fenômenos físicos processáveis em sinais elétricos compatíveis com os circuitos ligados a ele (Nørstebø 2003 e Montenegro & Araújo 2012).

Existem diversos tipos de sensores eletrônicos com o propósito de medir diferentes estímulos físicos, como temperatura, humidade, pressão/força, luminosidade, som, dentre outros. Existem certas características que são importantes e estes apresentam: gama de funcionamento, resolução (menor incremento que o sensor pode detectar), erro, precisão (valor

estatístico da variação das leituras), exatidão, sensibilidade, linearidade, limite (Limites da área sensível do sensor) e zona morta (Montenegro & Araújo 2012).

A disponibilidade de sensores e componentes eletrónicos miniaturizados possibilita cada vez mais que os mesmos sejam integrados a substratos têxteis sem problemas. Os sensores estudados no presente trabalho foram os que permitem captar o movimento, chamados de sensores de presença e movimento.

2.5.2.4.1 SENSORES DE PRESENÇA E MOVIMENTO

Sensores de presença possuem a função de detectar a presença de pessoas ou objetos em um ambiente/área monitorizada, já os detectores de movimento respondem ao movimento de objetos ou pessoas. Sendo que estes diferem no fato de que os sensores de presença produzem um sinal se houver um objeto/pessoa dentro de sua área de detecção, podendo o objeto estar estacionário ou não, enquanto os detectores de movimento respondem somente ao movimento, sendo aconselháveis para segurança, vigilância, gerenciamento de energia (controle de lâmpadas), brinquedos interativos, etc. É possível, dependendo da aplicação, detectar a presença de pessoas por meio de ações ou propriedades do corpo humano. O detector pode ser sensível ao peso, calor, sons ou constante dielétrica do corpo humano ou objeto (Mazzaroppi 2007).

Outra questão importante é que todos os sensores são passíveis de classificação, ou são ativos ou são passivos. Sendo que isso significa que, um sensor ativo não necessita de uma fonte de energia adicional, gera um sinal elétrico em resposta a um estímulo externo, o mesmo que dizer que a energia da entrada é convertida pelo sensor em um sinal de saída. Os sensores passivos necessitam uma fonte de energia externa para operar, que é chamada de sinal de excitação (Mazzaroppi 2007).

2.5.2.5. COMUNICAÇÃO *BLUETOOTH*

Bluetooth é o nome dado a uma tecnologia de comunicação que permite que dois ou mais dispositivos troquem informações, como telemóveis, computadores, *tablets*, impressoras, etc, desde que sejam compatíveis com essa tecnologia. É um padrão de comunicação global que não necessita de cabos para realizar a comunicação, utiliza de ondas de rádio, baseando-se em frequência de curto alcance (*frequency Hopping*) (Peters 2007 e Alecrim 2011). Ver figura 13.



Fig. 13: Exemplo de comunicação *Bluetooth* entre dispositivos heterogêneos. (Fonte: Peters 2007)

É uma forma de comunicação simples, barata e com baixo consumo de energético. Para isso, é necessário uma combinação de *hardware* e *software* que possibilita a comunicação entre os mais diferentes tipos de aparelhos. A transmissão de dados através de radiofrequência, permite que um dispositivo se conecte ao outro independentemente de suas posições, desde que os mesmos se encontrem dentro do limite de proximidade (Alecrim 2011).

A tecnologia foi desenvolvida, em 1994, pela empresa Ericsson que iniciou um estudo que visava a substituição de cabos, os quais possibilitavam a conexão de seus aparelhos telemóveis aos diversos acessórios existentes, por uma tecnologia sem fio que fosse simples e acessível. Quatro anos mais tarde, a Ericsson uniu-se a IBM, Intel, Nokia e Toshiba para desenvolver o padrão de comunicação que passaria a ser conhecido como *Bluetooth*. A essas empresas logo uniram-se outras e o grupo ganhou a denominação de SIG (*Special Interest Group*). Atualmente, o SIG conta mais de duas mil empresas produzindo produtos voltados para esta tecnologia (Peters 2007).

2.5.2.6. TÊXTIL CONDUTOR

Um têxtil condutor tem como principal característica a capacidade de conduzir corrente elétrica com uma baixa resistência elétrica. Para que seja possível criar um circuito elétrico em um têxtil é necessário que existam dois tipos de têxteis: o condutor e o isolante. A função do isolante é servir de base para o condutor, onde é assentado (costurado) de acordo com a forma que se pretende dar ao circuito elétrico (Montenegro & Araújo 2012).

Atualmente há no mercado diversos tipos de têxteis condutores de acordo com o material que empregado para a fabricação dos mesmos, como por exemplo, cobre, alumínio, etc., onde cada material e respetivo têxtil terão uma resistência específica segundo a largura dos filamentos produzidos, a condutividade do material, o comprimento dos filamentos, dentre outros fatores (Montenegro & Araújo 2012).

A escolha do tipo de têxtil condutor que deve ser empregado vai depender da aplicação que se pretende, sabendo-se que os tecidos podem variar de comportamento e da mesma forma para os mesmos métodos de tecelagem, fator importante na construção do circuito, e que também varia com as potências elétricas que se pretende aplicar. É importante notar que os têxteis condutores tornam possível a construção de circuitos elétricos flexíveis possibilitando as aplicações embutidas em fatos, decoração para o lar, etc (Montenegro & Araújo 2012).

2.6. ESTRUTURAS TÊXTEIS E TECELAGEM

A técnica mais comum para o feitiço de têxteis é a tecelagem. Os teares são máquinas mono ou multifásicas que operam com fio por fio ou pela inserção de vários fios simultaneamente. A maior parte dos tecidos são feitos em dois conjuntos (bancadas) de fios, ou seja biaxial, sendo que cada um é entrelaçado ortogonalmente. Além desses, também existem tecidos tri e tetra-axiais (Adanur 2001 e Kuusistos 2010).

Os princípios da tecelagem são os mesmos desde os tempos mais remotos, com o entrelaçamento de materiais da natureza na pré-história. Máquinas de tecer, tear de peso por teia, de aproximadamente 6000 A.C. foram encontradas na Hungria. A técnica de tecer ficou mais popular a partir de 4000 A.C., porém foi século XVII que houve significativos desenvolvimentos nas técnicas de tecer. Em 1830, já havia só na Inglaterra cerca de 100 000

teares operando. No século 20 o desenvolvimento foi continuado, logo criaram-se as máquinas de tecer denominadas de segunda geração, com uma só fase. O desenvolvimento da indústria têxtil aconteceu de forma mais significativa após a segunda guerra mundial. Máquinas de tecer de multifase foram fortemente desenvolvidas a partir desse período. Com o desenvolvimento cada vez mais crescente e veloz das tecnologias no final do século 20 e princípio do século 21, os custos de produção puderam ser reduzidos, a produção passou a ser cada vez mais rápida, cada vez mais automatizada e os processos de fabrico foram diminuídos (Kuusistos 2010).

Os tecidos podem alcançar grande estabilidade e força quando comparados a outras estruturas têxteis. Os fios ficam em duas direções perpendiculares, trama e teia. Na trama os fios ficam no sentido da largura, na teia os fios ficam no sentido do comprimento do tecido. A estrutura mais simples é o tafetá, onde cada fio da trama passa por baixo ou por cima, sempre intercalando, com os fios da teia. As estruturas triaxiais precisam de duas bancadas de fios que são interlaçados com a teia, normalmente a 60 graus, já as tetra axiais necessitam de quatro bancadas que se interlaçam a 45 graus (Adanur 2001 e Kuusistos 2010).

Dentre as características mais importantes de um tecido estão, o número de fios por centímetro, o tipo de fio empregado, a estrutura do tecido, a espessura do tecido e as propriedades alcançadas no processo de acabamento.

2.6.1. ESTRUTURAS TÊXTEIS TRIDIMENSIONAIS (3D)

Atualmente, a indústria têxtil está em uma crescente especialização, buscando cada vez mais inovação e por consequência se tornando cada dia mais competitiva. Cada vez mais é exigido o desenvolvimento de novos têxteis. Com isso, máquinas cada vez mais requintadas têm surgido, e com estas novas possibilidades de novas estruturas. É o caso das estruturas tridimensionais. Ver figura 14.

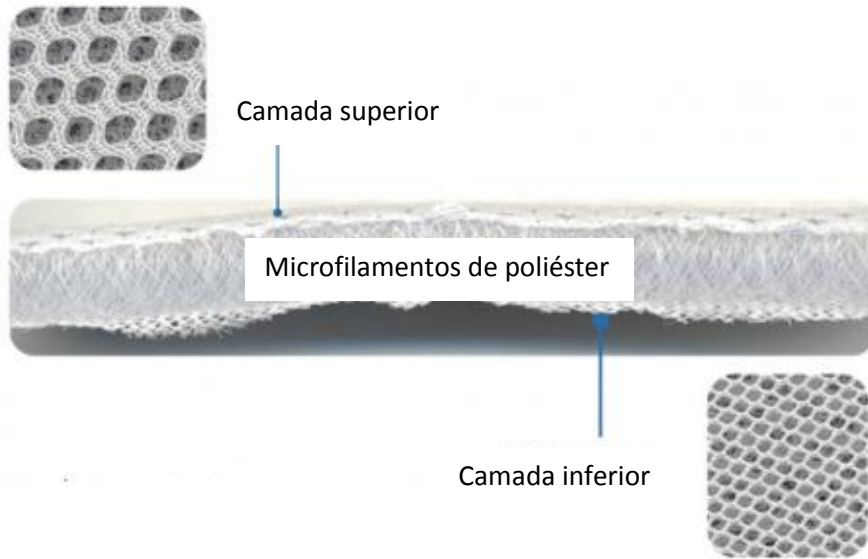


Fig. 14– Vista lateral e de topo das duas faces de um têxtil tridimensional . (Fonte: Specialty Fabrics Review 2012)

Estruturas têxteis tridimensionais possuem as fibras dispostas com orientação multiaxial (ver figura 15). Dessa maneira suportam tensões mecânicas e tensões térmicas multidirecionalmente. Possuem maior força interlaminar, o que torna maior a tolerância aos danos (Araújo & Fanguero & Hong 2000 e Badawi 2007).

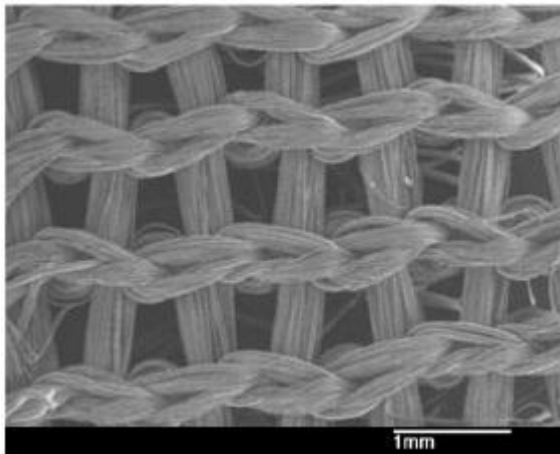


Fig. 15– Vista de topo da superfície de um têxtil *Spacer*. (Fonte: Doyen & Mues & Molenberghs & Cobben 2008)

As estruturas têxteis 3D surgiram no século XIX, mas foi a partir do final da década de 60 que foi alcançada a aplicação em grande escala, devido à indústria espacial que necessitava desenvolver materiais aptos para suportar o desgaste sob condições extremas. Logo foram

desenvolvidas diversas estruturas têxteis 3D capazes de atender as mais exigentes funções (Araújo & Figueiro & Hong 2000).

Nas últimas décadas aumentou o interesse na aplicação de estruturas tridimensionais para materiais compósitos e pelo alcance de um material leve, além disso pelas inúmeras possibilidades de emprego em diversas áreas (Figueiro & Hong 2000).

A aplicação dessas estruturas tem crescido cada vez mais e hoje pode se encontrar em diversas áreas como calçados, muito usado nas sapatilhas desportivas, automóveis, como em assentos e cobertura do painel, colchões, roupa íntima, como a copa de sutiã, esponjas para banho, entre outras. Demonstrando com isso, o grande potencial do material e a possibilidade de desenvolvimento cada vez mais crescente e em mais áreas (Yip & Ng 2007 e Doyen & Mues & Molenberghs & Cobben 2008).

2.6.1.1. TÊXTEIS *SANDWICH* (*SPACER*)

Spacers são têxteis que possuem duas camadas distintas interligadas por uma camada conectora que está a 90 graus das outras duas (ver figuras 16 e 17). Esses têxteis podem ser feitos, por exemplo, com a mesma técnica de tecelagem dos veludos: A estrutura obtida resume-se em duas camadas, inferior e superior, interligadas por uma camada interna de fibras perpendiculares às outras duas camadas, no caso dos veludos são cortadas e é o que não ocorre para obter-se estruturas *sandwich*. A camada interna pode ter diversas formas, como tubos, pregas, dentre outras, garantindo uma ampla e cada vez mais crescente aplicação (Araújo & Figueiro & Hong 2000 e Bruer & Smith 2005).

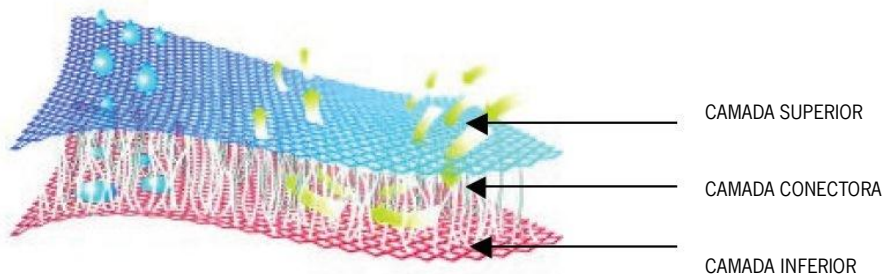


Fig. 16– Têxtil *spacer*.(Fonte: Bruer & Smith 2005)

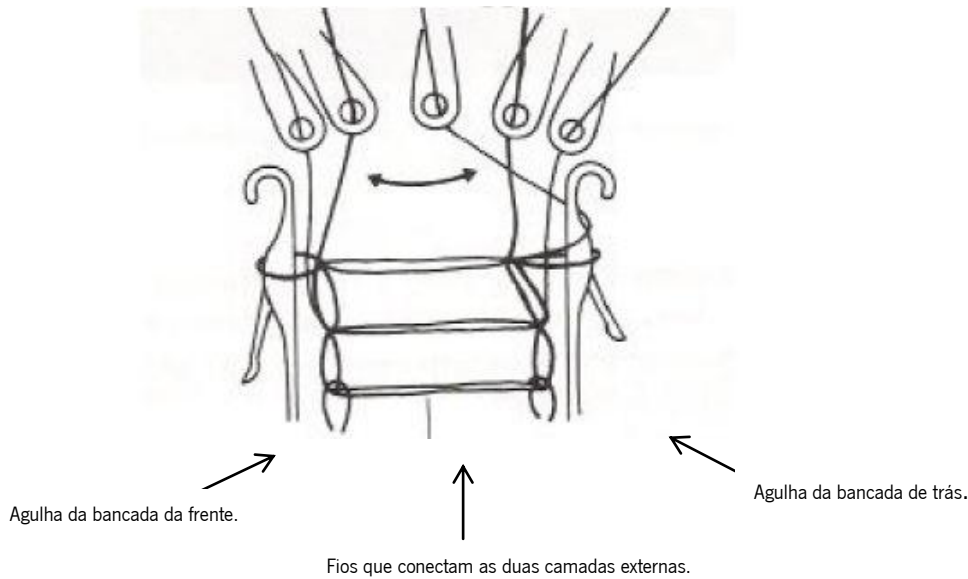


Fig. 17– Uma estrutura *sandwich* sendo feito em uma máquina Raschel com 5 guias fios. (Fonte: Bruer & Smith 2005)

Apesar do crescente interesse por esses materiais, sabe-se que não são exatamente uma novidade, foram inicialmente desenvolvidos para comercialização por Mathew Townsend, de Leicester, que conseguiu a primeira patente para *spacer* em 1868. Porém a atenção para esse tipo de têxtil surgiu fortemente em 1982 quando A. W. Fischer, da Alemanha, patenteou um têxtil *spacer* para fazer bojo de sutiãs. Esse tecido permitiu que a deformação, a deterioração fossem menores e o descarte fosse facilitado em comparação com as espumas utilizadas na época. Logo as vantagens desse têxtil foram percebidas como potencial para emprego em diversas áreas como: automóveis, têxteis médicos, têxteis técnicos, geotêxteis, para vestuário esportivo, entre outras (Bruer & Smith 2005).

As fibras que constituem a parte central determinando a característica da tridimensionalidade ligam as duas camadas, inferior e superior, não permitindo assim a delaminação. Permitindo-se afirmar que essa é a principal vantagem do emprego dessa estrutura. Além disso, os fios de ligação permitem que o feito dessa estrutura seja muito versátil, podendo-se ter diversas densidades bem como diferentes estruturas (Araújo & Figueiro & Hong 2000).

O tecido *spacer* é um material altamente respirável, o que proporciona um meio livre de humidade, que por sua vez reduz a probabilidade de maceração (Yip & Ng 2007).

Mesmo sabendo-se que os tecidos *spacers* vêm sendo estudados a nível mundial há muitos anos, observa-se que, ainda é pequeno o número de pesquisas sobre as suas propriedades físicas e mecânicas (Yip & Ng 2007).

2.7. COMPÓSITOS

Materiais compósitos são materiais heterogêneos, com duas fases distintas e insolúveis entre si. Uma fase é descontínua, leva o nome de reforço, outra é contínua, leva o nome de matriz. O reforço é responsável pela resistência e a matriz é o meio de transferência da resistência. Fazendo com que os materiais tenham suas propriedades individuais interligadas transformando-os juntos em um novo material (Ramires 2010).

Segundo Ramires (2010), o objetivo de produzir um material compósito é alcançar no produto final um produto possuidor de características combinadas e que resultam somente a partir da união de materiais distintos. Podendo ser utilizados distintos tipos de matrizes e reforços que devem ser definidos a partir do propósito.

Segundo Vasconcelos, *et al.* (2011), a construção civil é um setor que possui um impacto bastante relevante quanto ao consumo de energia e quanto à própria produção de materiais de construção. Somente esse setor é responsável pela produção de 50 por cento dos resíduos que são acumulados nos aterros, são responsáveis por 30 por cento da emissão de gás CO₂ no meio ambiente e além disso, responsáveis por 40 por cento do consumo anual de energia elétrica total. Alertando-se para o fato de que existe uma necessidade emergente em encontrar soluções que conduzam o setor a um nível mais sustentável, sendo claro que o desenvolvimento de novos materiais mais eficientes no ponto de vista económico como ambiental é altamente desejável.

Se um compósito, em ambas as fases, utiliza constituintes de origens naturais e renováveis recebe o nome de biocompósito (Ramires 2010).

Quando se trata de compósitos que unem matérias-primas poliméricas e têxteis de origens biodegradáveis alcança-se inúmeras vantagens, principalmente no que diz respeito ao emprego de tecnologias, chegando, por exemplo, a obtenção de materiais leves e resistentes ao mesmo tempo, na minimização dos impactos ao ambiente e na diminuição da dependência de material de origem fóssil (Fechine 2010).

Diversas questões levam a crer que esses materiais passarão a ficar mais populares, como o fato de convivermos com materiais plásticos todos os dias, desde itens de higiene a materiais presentes na confecção de aviões. As tendências, que ainda apontam que as aplicações dos biopolímeros são só uma sucessão aos polímeros sintéticos, são resultado da identidade própria dos biopolímeros não estar sólida no mercado ainda. Mas a imagem deve ser desassociada dos polímeros de matéria-prima de origem fóssil somente quando houver a ampliação das pesquisas, o alargamento das aplicações, a criação de novos produtos e áreas (Martins 2011).

As mudanças mais significantes que devem acontecer serão quanto a mudar a forma de conceber, confeccionar e descartar produtos, alterando ou gerando hábitos e comportamentos humanos. Já que a exploração de recursos naturais não deixa de acontecer, a diferença é o material extraído ser renovável, mas deve haver um planejamento e rigor no controle da obtenção de matérias-primas para não ser prejudicial no lugar de benéfico a natureza (Martins 2011).

2.7.1. Polímeros biodegradáveis

Segundo o INP (Instituto Nacional do Plástico do Brasil), todos os polímeros são degradáveis, o que diferencia é o mecanismo e o tempo de degradação conforme o tipo de cadeias de polímeros.

Porém, polímeros derivados de petróleo são empregados para inúmeros fins, levando a uma extração em larga escala, que acumulou ao longo do tempo, danos irreversíveis ao meio ambiente. Pois se sabendo que é uma matéria-prima que não é renovável na natureza e que, mesmo possuindo um alto valor, o insumo é extraído descontroladamente a preocupação quanto a nível ambiental só tende aumentar com o passar dos anos (Marinelli *et al.* 2008).

Uma das principais propriedades da grande maioria dos polímeros sintéticos é a durabilidade e um dos maiores problemas contemporâneos é o acúmulo de lixo produzido principalmente nos grandes centros urbanos, sendo constituído boa parte por produtos sintéticos com origem polimérica. Somando ainda o fato de que plásticos sintéticos possuem dificuldade de reciclagem e a sua característica da não biodegradabilidade que causa por consequência pós seu descarte na natureza o aumento da formação e volume de aterros sanitários, lixões e afins (ver figura 18), (Coutinho *et al.* 2004).



Fig. 18- Volume de resíduos plásticos em um aterro sanitário. (Fonte: Agricolandia news)

Questões como essas vêm nos últimos anos fomentando um cenário favorável para a produção e desenvolvimento de tecnologias que visem matérias-primas alternativas para o petróleo, para que possam substituir parcialmente ou integralmente os plásticos convencionais por biodegradáveis e ou recicláveis (Caraschi & Ramos & Leão 2002).

Os Biopolímeros surgiram como alternativas para alcançar menores impactos ao ambiente. Dentre estes, foram obtidos polímeros que derivam de matérias-primas renováveis (cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba, óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma ou outra planta oleaginosa), de alguns efluentes industriais, de indústrias alimentícias, por exemplo, ou pela extração a partir de síntese feita por microrganismos alimentados por amido ou fonte de carbono ou através de síntese obtida pela biotecnologia (Martins 2011).

Já existem pesquisas feitas nos Estados Unidos que são otimistas quanto ao uso de derivados de plantas de fonte renovável, segundo as mesmas devem obter um crescimento de 10% até 2020 e de 50% até 2050 (Fechine 2010).

Segundo Fechine (2010), a degradação dos polímeros em geral pode ocorrer por mecanismos distintos como: foto degradação, oxidação, termo degradação, degradação mecânica, hidrólise, biodegradação e por meio da combinação de alguns destes, como foto-oxidação, oxidação térmica etc. Alguns biopolímeros são passíveis do processo de biodegradação, sendo que este acontece por meio de microrganismos vivos, ambientes com temperatura e humidade propícios, causando danos irreversíveis e provocando em conjunto a formação de dióxido de carbono, água e biomassa. Com resultados maiores em condições controladas, como a compostagem, que dá origem ao húmus, que pode ser usado como revitalizador de solos, pois estimula o desenvolvimento das raízes das plantas, a maior

capacidade de infiltração de água, diminuindo erosão, mantendo estáveis a temperatura e ph do solo, impede que plantas daninhas germinem e favorece na reprodução de microrganismos favoráveis ao solo.

Os biopolímeros, biodegradáveis e ou compostáveis, sofrem degradação em até 180 dias, pela ação de microrganismos em ambientes aeróbicos e anaeróbicos, sendo que os plásticos sintéticos levam cerca de 100 anos para a total degradação (Caraschi & Ramos & Leão 2002).

E já é reconhecido, que os mesmos podem auxiliar na fixação de carbono na natureza, além de que durante o processo de fabrico, processamento e uso a emissão de CO² é menor que quando comparado aos polímeros sintéticos. E já há estudos visando alcançar a neutralidade em relação ao carbono. Aliando a isso o fato de que o tratado de Kyoto regula a emissão de CO², e que este não deve ultrapassar 5% na atmosfera, pois são os causadores do superaquecimento do planeta. Além disso, uma empresa de consultoria chinesa através de estudos sobre a produção de polímeros biodegradáveis obtidos de fontes renováveis acredita que haverá numa redução do consumo de petróleo entre 15% e 20% até 2025, seja devido às melhorias das propriedades quanto pelas possibilidades de novas aplicações (Marinelli *et al.* 2008, Fachine 2010, Martins 2011).

Atualmente, se observa objetos de origem biopolimérica no mercado mundial, de forma ainda sutil, porque logo quando a indústria começou a desenvolver plásticos biodegradáveis, nos anos 70, apareceram problemas quanto à eficácia, legislação e restrição de aplicações que provocaram uma desaceleração na produção destes tipos de polímeros. Sendo que os problemas continuaram nos anos 80 até que as indústrias nos Estados Unidos e Europa alcançassem polímeros completamente biodegradáveis e que estes apresentassem boas propriedades, entendeu-se que ainda não são matérias-primas populares no mercado. Porém, pode-se notar que com o desenvolvimento alargado logo haverá expansão do seu emprego e que amplia a crença, mais ainda, que surtirão mudanças no ciclo de vida dos produtos quando desenvolvidos com matéria-prima dessa origem (Fachine 2010, Martins 2011).

Porém, mesmo com aplicações no mercado mundial há vários anos, os plásticos biodegradáveis apresentam uma participação ínfima (cerca de 1%), em números, o consumo mundial de polímeros biodegradáveis foi de 14 milhões de kg em 1996 e por volta de 68 milhões de kg em 2000, com taxa de crescimento anual de cerca de 20% contra a dos polímeros sintéticos (que chegam a 200 milhões de toneladas por ano) (Fachine 2010).

Motivos que transformam o emprego dos biopolímeros em torno de 40% mais caros pela aplicação e produção limitados quando comparados aos sintéticos (Coutinho *et al.* 2004).

Para que isso ocorra de forma fiável, já foram criados órgãos para normalizar e certificar os parâmetros referentes aos plásticos biodegradáveis. Impondo maiores rigores quanto aos parâmetros técnicos e ambientais quais os materiais durante fabrico, processamento e descarte. As principais organizações estão situadas nos E.U.A., Europa e no Japão. A JBPA (Japan BioPlastics Association), órgão japonês criado em 1989, concede o selo greennpla aos materiais que certifica como biodegradáveis e bio-baseados. Em 2010, os biopolímeros PHB e PLA dentre outros, foram considerados aptos a obter esse certificado (Martins 2011).

Pós o levantamento desses aspetos, foi possível focar a pesquisa de dois tipos de biopolímeros para o presente trabalho o PHB e o PLA.

2.7.1. 1. PHB: Polihidroxibutirato

É um composto de uma classe dos polímeros termoplásticos chamados polihidroxialcanoatos (PHA), da família de co-poliésteres. O PHB é a forma de PHA mais empregada. É um polímero de origem natural, servindo a muitas bactérias como uma maneira de armazenar dentro da célula materiais que podem auxiliar na obtenção de carbono e ou como fonte de energia na ausência destes. Resgata cerca de 4,4 toneladas de CO² do ambiente para cada tonelada de PHB. É um material que pode ser processado termoplásticamente e pode ter aplicações distintas. Sendo que possui propriedades mecânicas semelhantes aos plásticos sintéticos, resistência à humidade, também garante estabilidade durante o seu uso, podem durar mais de 04 anos em prateleiras, armários e com a grande vantagem de ser totalmente biodegradável em curto espaço de tempo, quando em contato com ambiente rico em microrganismos vivos, sem gerar resíduos tóxicos por isso (Caraschi & Ramos & Leão 2002, Martins 2011).

Há estudos quanto à obtenção do PHB através da cana-de-açúcar, que é notavelmente rentável (podendo gerar a cada 03 quilos de açúcar empregados na alimentação das bactérias 01 quilo de plástico), além disso, estudos sobre a obtenção do polímero a partir da bactéria *Burkholderia saccharina* demonstram boas perspectivas. Pois a extração de energia para o cultivo da mesma vem da queima do bagaço da própria cana-de-açúcar, bem como o solvente

para retirar o PHB, a glutaciona. Além disso, a partir dos efluentes gerados existe a possibilidade de usá-los como fertilizantes (Coutinho *et al.* 2004).

Outros estudos discutem sobre a obtenção através de plantas geneticamente modificadas como possibilidade para uma melhor obtenção do polímero e que ao mesmo tempo sugerem que a sua aplicação deve alargar no futuro além de gerar por consequência mudanças de propriedades das próprias matérias brutas fomentando tanto novas gerações de fibras têxteis como atraindo novas formas de produção (Coutinho *et al.* 2004).

Sendo que os estudos realizados por Caraschi & Ramos & Leão (2002), quanto ao descarte de produtos compósitos constituindo o polímero PHB como matriz conjuntamente com reforço de origem da celulose alcançou bons resultados em diferentes solos e no meio aquoso, principalmente nos solos argilosos e com ph básico. Mostrando uma boa opção na aplicação de produtos com ciclo de vida potencialmente curto ou descartável. E num estudo com um polímero extraído a partir da sintetização do açúcar da cana por bactérias da espécie *Ralstonia eutropha*, pela empresa IPT/ Coopersucar, alcançou-se resultados significantes quanto à degradação em aterros, atingindo 50% em 280 dias. Observando-se que em ambientes abertos ainda representam resultados muito menores quanto à degradação de biopolímeros biodegradáveis do que em ambientes controlados, mas muito maiores quando comparados aos polímeros de origem sintética (Coutinho *et al.* 2004).

2.7.1.2. PLA: Ácido poliláctico

Foi descoberto na década de 30 na empresa Dupont, o PLA é um biopolímero que deriva do ácido láctico extraído de matérias-primas ricas em amido, como o milho, beterraba, batata, cana de açúcar ou trigo. Pode ser produzido quimicamente ou biologicamente. O processamento pode ser através de moldagem por injeção, película extrudada, moldagem por sobre, termo formagem e co-extrusão. Quando comparado com polímeros derivados de celulose é uma vantagem, pois estes necessitam de modificação para o processamento termoplástico (Martins 2011).

Hoje é amplamente conhecido e estudado por possibilitar aplicações variadas devido a suas características que lhe permitem tanto uma consistência rígida quanto flexível. As suas principais características estão ligadas ao facto de ser biodegradável, ser compostável, por advir

de matéria-prima renovável, que é facilmente hidrolisada levando a quebra das ligações, sendo também mais vulnerável as enzimas do tipo esterase, que são facilmente encontradas nos solos. Quanto ao comportamento, possui resistência ao impacto e ao calor e boa estabilidade quanto a cor. O processamento chega a obter uma economia de 62 a 68% de combustíveis fósseis, emite menos gases tóxicos e com desempenho similar que os plásticos tradicionais. Sabe-se que custos ainda são considerados elevados, mas a previsão que sejam diluídos com o uso em larga escala (Martins 2011).

2.7.2. POLÍMEROS SINTÉTICOS

Os polímeros sintéticos são chamados assim pelo fato de serem produzidos de forma artificial. Começaram a ser desenvolvidos no fim do século XIX, sendo que foram fundamentais para o desenvolvimento tecnológico, devido ao desenvolvimento deles foi passível o desenvolvimento dos plásticos, das fibras sintéticas e das resinas artificiais. Pode-se classificar os polímeros sintéticos, basicamente, como polímeros de adição e polímeros de condensação. Os polímeros de adição são considerados mais simples, pois a macromolécula é a “soma” de monômeros, sendo todos iguais entre si. Os polímeros de condensação são aqueles que têm origem através da reação de dois monômeros, em que há a eliminação de uma substância mais simples como, por exemplo, a água (H₂O) (Wan & Galembeck & Galembeck 2001).

Por questões ambientais, como não ser proveniente de fonte renovável (a maior parte provem do petróleo), emissões de gases e redução da capacidade dos aterros sanitários, já explanados no presente trabalho. Vê-se a necessidade emergente de buscar formas de abrandar seu emprego quanto aos impactos causados (Junior 2009).

Segundo trabalho de Wan & Galembeck & Galembeck (2001, pg. 18):

“Por isto, devemos sempre atentar ao seu ciclo de vida, isto é, o conjunto das etapas que fazem a sua história, desde que a sua matéria-prima (o petróleo) é extraída da terra, transformada e reciclada, até o seu descarte ou destruição por queima ou degradação no ambiente, transformando-se de novo em substâncias simples como o gás carbônico, água ou carvão etc. O uso e descarte irresponsáveis de plásticos e borrachas acabaram criando problemas ambientais sérios. Estes problemas são devido à durabilidade dos polímeros sintéticos no ambiente, e não a sua toxidez, e por isso vemos garrafas

plásticas, pneus, restos de fraldas descartáveis e embalagens enfeando rios, lagoas e praias. Esta poluição feita pelos plásticos não é um defeito dos plásticos em si, mas uma manifestação de má-educação de indivíduos, de burrice coletiva e de falta de responsabilidade por parte de empresas e representantes do poder público.”

Já existem muitos estudos sobre reciclagem de materiais compósitos com matriz polimérica termofixas, por que estimasse que são responsáveis por uma quantia relevante de resíduos sólidos todos os anos. Um fato que agrava é o fato que não permite reciclagem direta, é infusível, pois degrada antes de fundir, sendo assim deve-se considerar a reciclagem química, a mecânica e a energética (Pinto 2001).

A reciclagem química é possível com todos os plásticos, pois o processo dá-se através da degradação térmica de materiais orgânicos, onde os polímeros são transformados em hidrocarbonetos para serem empregados na produção de polímeros virgens ou em outro processo petroquímico. Dentre os processos mais usuais de reciclagem química se encontram a hidrólise, a glicólise, a alcoólise, a metanólise e a pirólise. Após o fracionamento, os hidrocarbonetos que resultam da reciclagem química podem ser empregados, por exemplo, como uma alternativa à gasolina, ao querosene, óleo diesel ou óleo combustível. Já a reciclagem mecânica baseia-se na redução das peças rejeitadas e aparas de processo a um tamanho de partículas de acordo com a aplicação a qual se destina. Este tipo de processo é adequado a aqueles matérias que não foram contaminados, ou seja, aos materiais que não foram depositados nos aterros sanitários. Quanto a reciclagem energética, é aquela que baseia-se no uso da energia potencial da parte orgânica, a energia liberada durante a incineração.

Todos resíduos que possam ser originados nos processos citados acima, seja de fabricação ou de reciclagem, precisam obrigatoriamente receber um gerenciamento adequado, seja de acondicionamento, da coleta, passando por transporte até chegar à disposição final ou tratamento. O mesmo ressalta-se para os produtos pós consumidos, no intuito de diminuir e fazer o controlo ao meio ambiente (Pinto 2001).

2.7.2.1 POLIÉSTER

A palavra Poliéster significa: poli é o mesmo que muitos, sendo que nesse caso é porque há muitos grupos ésteres, e éster é uma função química, sendo que um éster é obtido pela

reação de ácido mais álcool que resulta em éster mais água. Por isso, a reação de biácido mais biálcool resulta em várias moléculas que formam o poliéster (Embrapol n.d.).

A resina de poliéster é integrante de uma família de polímeros com alto peso molecular, os quais são derivados da condensação de ácido carboxílicos com glicóis, que podem ser classificadas como saturadas ou insaturadas, de acordo com os tipos de ácidos empregados, os quais determinam o tipo de ligação entre os átomos de carbono da cadeia molecular (Embrapol n.d.).

Para o presente trabalho, foi empregada uma resina termofixa de poliéster do tipo insaturado.

As resinas de poliéster insaturadas são as mais comumente usadas no feitiço de materiais compósitos por possuírem baixo custo, são fáceis de processar e por possuírem boas propriedades mecânicas, elétricas e químicas. Resultam da reação entre um ácido insaturado, um ácido saturado e um biálcool, tem-se assim um produto termofixo. Essas resinas podem ser empregadas com ou sem reforço, porém quando reforçadas se transformam em plástico com propriedade físico-mecânicas excelentes, chegando a substituir materiais como ferro, aço e concreto. Como são termo endurecíveis, possuem cura exotermicamente. A cura inicia-se logo após a adição de catalisadores (comumente peróxidos orgânicos) e aceleradores especiais, por exemplo à base cobalto. O processo pode ser dividido em duas etapas: primeiramente a resina líquida transforma-se em um material gelatinoso (etapa chamada de ponto de gel), posterior a isso conduz-se ao endurecimento final através de um processo exotérmico (tem liberação de calor). A velocidade da reação pode variar por fatores como a reatividade da resina, o teor do acelerador, o teor do catalisador e as condições ambientais (Moura & Morais & Magalhães 2005 e Silaex 2011 e Embrapol n.d.).

Pode-se classificar em três grupos as resinas de poliéster insaturado, sendo por ordem crescente de resistência química (Moura & Morais & Magalhães 2005):

- Resinas Ortofálicas: para aplicações em geral.
- Resinas Isotfálicas: possuem boa resistência térmica e são empregadas em meios levemente agressivos, com humidade ou que estão sujeitos a condições ambientais desfavoráveis.
- Resinas Bisfenólicas: são empregadas em meios agressivos, principalmente aqueles com características ácidas.

2.8. VEDAÇÕES VERTICAIS INTERIORES (PAREDES DIVISÓRIAS)

Quando se trata da produção do espaço arquitetónico cada vez mais é desejável que a adaptação do mesmo se torne facilitada para os usuários, auxiliando assim, no abrigo de novas funções quando desejável. Além disso, na construção civil já há a necessidade de implementação de técnicas construtivas que sejam eficazes, que aumentem o controlo de qualidade e que diminuam o tempo de obra. Essa evolução, é principalmente desejada no que diz respeito quanto à vedação de edificações, que permitam a montagem e a desmontagem facilitada, que possam auxiliar no desenvolvimento de materiais muito mais flexíveis para instalações hidráulicas e que tragam descobertas quanto ao cálculo estrutural a fim de que haja vãos cada vez maiores e estruturas cada vez mais leves. Outros fatores que aumentam o desejo pelo desenvolvimento de novas técnicas e materiais referentes a paredes de vedação são os custos dos imóveis e a crescente procura urbana (Círico & Feiber & Platchek 2006 e Zatt 2010).

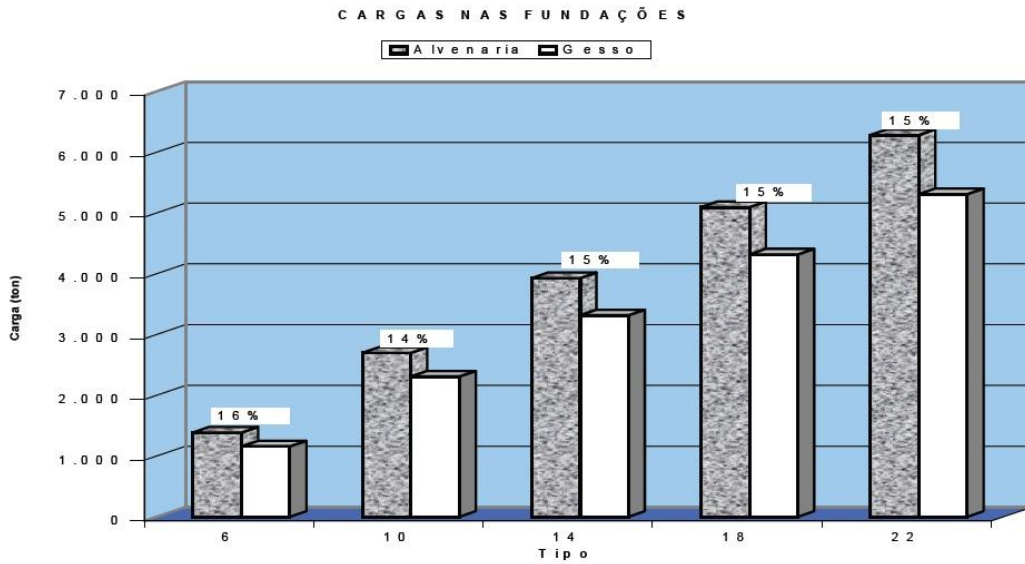
O espaço referido no presente trabalho trata-se daquele que diz respeito ao interior das edificações, que tem limite determinado por paredes que envolvem o ambiente dito habitável e que a premissa, são imutáveis ou que são difíceis de alterar. Espaço que pede mudanças constantes devido à mutabilidade humana, que faz com que o mesmo se torne muitas vezes inapto às novas exigências (Círico & Feiber & Platchek 2006).

Os primeiros sinais de que a evolução das tecnologias na construção passou a permitir uma melhor distribuição dos espaços foi o emprego de estruturas de ferro e betão, que permitiram que as paredes deixassem de ter a função estrutural. Antes disso o papel das paredes era de suportar as cargas dos pavimentos e coberturas além de vedar a edificação. Ou seja, as paredes realizavam as funções de portante, vedante e divisória, logo com o desenvolvimento de estruturas independentes de ferro e concreto armado alcançaram maior liberdade projetual e deixaram de ser portantes necessariamente (Círico & Feiber & Platchek 2006).

Um exemplo do impacto é a análise comparativa entre edificações com paredes de vedação com blocos cerâmicos e de blocos de gesso feito por Ciarlini & Pinto & Osório (2001), tendo em conta somente as cargas verticais, simulando que as cargas horizontais, o número de pavimentos, as planta baixas e ação do vento seriam as mesmas, teve como resultado uma diferença significativa quando comparados os resultados de impacto das cargas quanto a fundação, a quantidade de concreto necessário e armaduras. Pode-se observar o gráfico 01 o

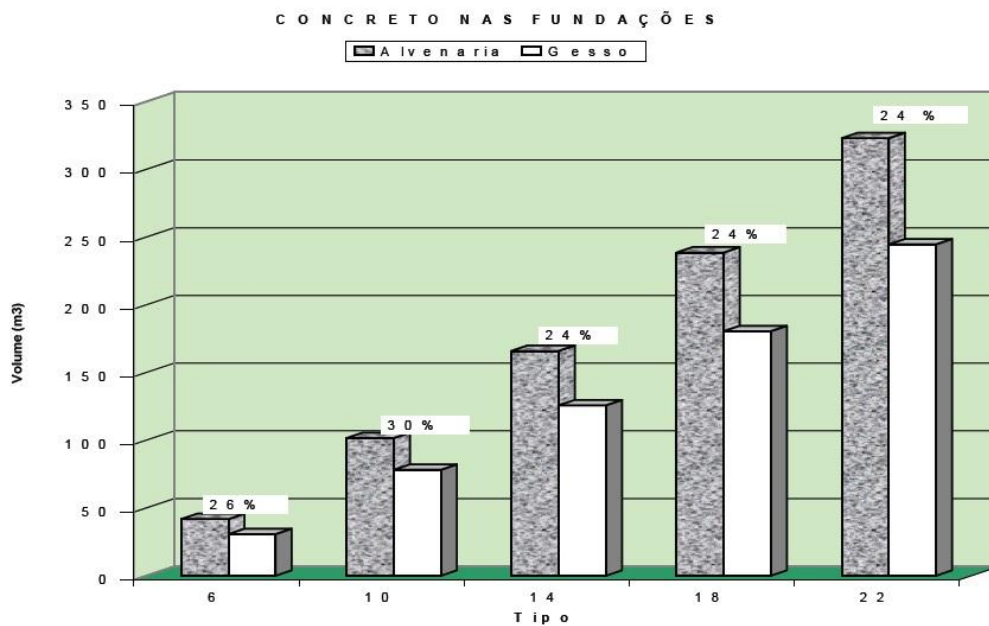
somatório das cargas nas fundações, no gráfico 02 pode-se observar a quantidade necessária de betão nas fundações e no gráfico 03 a quantidade de armadura nas estruturas.

Gráfico 01- Percentual de cargas verticais nas edificações estudadas.



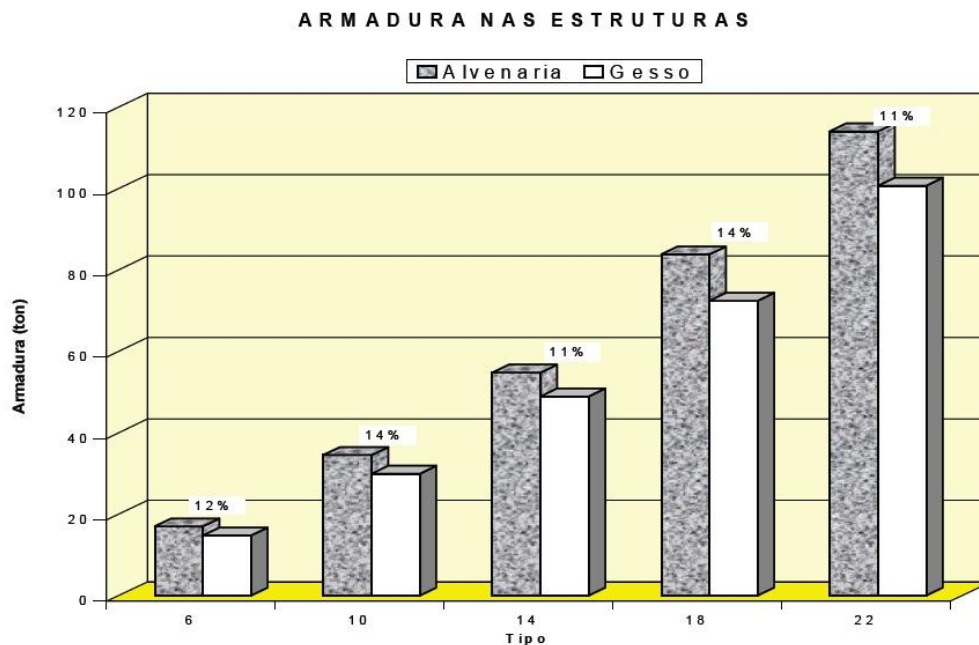
Fonte: Ciarlini & Pinto & Osório 2001.

Gráfico 02 - Percentual de redução de volume de concreto nas fundações das edificações estudadas.



Fonte: Ciarlini & Pinto & Osório 2001.

Gráfico 03 - Percentual de redução de armaduras nas estruturas das edificações estudadas.



Fonte: Ciarlini & Pinto & Osório 2001.

Atualmente, a escolha do material usado para vedação vertical pode acarretar uma economia de material que vai além do custo das paredes em si. Sabendo-se que na construção civil peso significa custo, então quanto mais leves forem as paredes de vedação vertical acarretará menos impactos tanto nas estruturas quanto nas fundações, levando assim, a uma redução de insumos nas edificações. Um bloco de cerâmica têm peso entre 1,2 kN/m² a 1,8 kN/m² e blocos de gesso têm peso entre 0,6 kN/m² a 1,0 kN/m², pode-se afirmar que no caso de paredes divisórias ainda mais leves os impactos se tornam ainda maiores. Se as paredes de gesso acartonado chegam a pesar 0.25 kN/m² com o desenvolvimento e a aplicação de novos materiais pode-se prever que o peso tenderá a baixar mais e que o impacto será então maior ainda na construção. Nota-se também que, a redução das cargas verticais além de reduzir a quantidade de volume de concreto empregado e armaduras das estruturas podem também reduzir a quantidade de estacas na fundação. Aliando-se a isso o fato de que a execução das paredes de vedação com blocos de gesso é mais rápida e assim, os custos com mão-de-obra se tornam mais baratos (Ciarlini & Pinto & Osório 2001).

2.8.1. REQUISITOS FUNCIONAIS

As principais funções das paredes de vedação são dividir o ambiente em compartimentos e oferecer proteção. Dentre as funções secundárias encontram-se servir de suporte e proteção as instalações da edificação, além de servir de proteção aos equipamentos utilizados e de criar melhores condições de habitabilidade na edificação (Neves 2011).

Para que isso aconteça, existem requisitos desejáveis de desempenho que as paredes divisórias devem suprir, são os chamados requisitos funcionais. Segundo monografia de Neves (2011), os requisitos de desempenho são expressos de forma qualitativa, enquanto os critérios quanto ao desempenho são especificações quantitativas dos requisitos. Estes critérios procuram traduzir as necessidades dos usuários e estão sempre associados a métodos de avaliação que permitem a verificação objetiva se cumprem ou não aos requisitos. E para a correta avaliação é necessário elencar na fase inicial do projeto os requisitos para que posteriormente sejam passíveis de uma correta avaliação. Dentre estes os requisitos funcionais que se destacam são:

- Estabilidade.
- Desempenho térmico.
- Desempenho acústico.
- Estanqueidade à água e ao vapor de água.
- Controlo de passagem de ar.
- Proteção e resistência contra a ação do fogo.
- Controlo de iluminação.
- Durabilidade.
- Custos iniciais e de manutenção.
- Padrões estéticos.
- Facilidade de limpeza e higiene.

2.8.2. REQUISITOS DE SEGURANÇA

As paredes divisórias interiores devem conservar algumas características durante a vida útil da edificação. Mesmo quando não desempenham papel estrutural, necessitam apresentar estabilidade e resistência mecânica diante aos esforços incutidos nas mesmas (cargas acidentais, incluindo cargas excêntricas decorrentes da suspensão de equipamento ou mobiliário

num dos parâmetros), assim como resistir à ação de choques e quedas seja de objetos ou pessoas. As paredes interiores com função somente vedante são suportadas pela estrutura e não recebem cargas senão as do próprio peso, além disso devem ser resistentes ao fogo, sempre de acordo com as funções que desempenham, sua localização na edificação e seu porte, dentro das normas de Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação segundo decreto-lei nº 64/90 (Sousa 2006).

2.8.3. REQUISITOS DE SAÚDE E CONFORTO

As paredes interiores devem contribuir para proteger termicamente o ambiente interior contra as condições menos favoráveis daqueles espaços, apresentando níveis de isolamento térmico satisfatórios segundo o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios segundo decreto-lei nº 40/90 (Sousa 2006).

2.8.4. REQUISITOS TÉCNICOS

Devido à necessidade das paredes interiores comportarem em seu interior as redes de especialidades, como tubulações em geral e instalações sanitárias, exige que a espessura das mesmas seja estudada com muito rigor, uma vez que as espessuras são comumente insuficientes. Deve-se estudar com especial atenção a compatibilização sistemática entre os projetos de arquitetura, redes de esgotos, de águas e instalações elétricas, tendo como objetivo garantir uma adequada espessura para que as paredes possam comportar os diversos serviços. Outra questão relevante a se levar em consideração é a possibilidade das paredes internas serem perfuradas por futuros utilizadores a fim de obter a adequação funcional (Faria 1996). Neste contexto, pode-se destacar que são mais frequentes as seguintes perfurações:

- Instalações de esquentadores e caldeiras;
- Fixação de móveis de cozinha;
- Fixação dos batentes das portas, assim evitando o seu encosto nas paredes;
- Fixação de luminárias.

2.8.5. TIPOS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERIORES (PAREDES DIVISÓRIAS)

As paredes divisórias podem ser de diferentes formas e materiais, a tabela 02 trata dos diferentes tipos quanto as suas características.

Tabela 02 - Características da vedação vertical

Quanto à técnica de execução	
Por conformação	Moldadas ou elevadas no próprio local, com o emprego de água, denominada usualmente de “construção úmida” ou “wet construction”. Trata-se das vedações em alvenaria ou de painéis moldados no local.
Por acoplamento a seco	Montadas a seco, sem a necessidade do emprego de água, usualmente denominadas “construção seca” ou “dry construction”. Trata-se de vedações produzidas com painéis leves.
Por acoplamento úmido	Montadas com consolidação com argamassa. Trata-se de vedações, produzidas com elementos pré-moldados ou pré-fabricados de concreto.
Quanto à mobilidade	
Fixas	Necessitam receber os acabamentos no local. Em caso de transformação do espaço, os elementos constituintes dificilmente são recuperáveis.
Desmontáveis	Passíveis de serem desmontadas com pouca degradação. A remontagem irá requerer a reposição de algumas peças e levará mais tempo para a execução dos ajustes necessários.
Removíveis	Passíveis de serem montadas e desmontadas facilmente, sem degradação dos elementos constituintes. Trata-se de elementos totalmente modulares.
Móveis	Empregadas na simples compartimentação dos ambientes, não estando vinculadas a nenhuma outra parte do edifícios.
Quanto à densidade superficial	
Leves	Não estruturais, de densidade superficial baixa, sendo o limite convencional de aproximadamente 100kg/m ² .
Pesadas	Podem ser estruturais ou não, de densidade superficial superior ao limite pré-determinado de aproximadamente 100kg/m ² .
Quanto à estruturação	
Estruturadas	Necessitam de uma estrutura reticular de suporte dos componentes da vedação.
Auto-portantes	Não necessitam de uma estrutura de suporte dos componentes da vedação.
Pneumáticas	Sustentadas a partir da injeção de ar comprimido. São de pouco uso atual.
Quanto à continuidade superficial	
Monolíticas	Quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita por todo o conjunto dos elementos, que trabalham solidariamente.
Modulares	Quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelos componentes de modo individual, em função da existência de elementos de juntas.

Fonte: Sabbatini 1988 citado por Neves 2011.

2.9. A APLICAÇÃO DE TÊXTEIS INTELIGENTES NA ARQUITETURA

A arquitetura têxtil é conhecida como arquitetura de “pele e osso”, pois os têxteis resistem bem só a tensão, necessitando de um sistema que suporte a compressão e que transmita as cargas. Esse sistema é chamado de estrutura primária. Sendo assim, possível desempenhar diferentes funções: pode ser temporária, fixa ou retrátil. A utilização de têxteis na construção civil e na arquitetura está ficando cada vez mais comum, pois com os avanços tecnológicos desses materiais deram a possibilidade que os mesmos substituíssem materiais tradicionais da construção (Badawi 2007 e Kuusistos 2010).

Sabe-se que a aplicação de têxteis dentro da arquitetura amplia o número de possibilidades para a mesma. Seja tratando-se de forma, função ou estética. Materiais têxteis inteligentes estimulam uma nova dimensão de ideias possíveis para o arquiteto na hora de projetar. Além de que os materiais têxteis estão cada vez mais valorizados e nos últimos anos houve um crescente interesse pela aplicabilidade dos mesmos por alcançar qualidades que o distinguem dos demais como: maleabilidade, solução de formas, baixo peso e rapidez na instalação (Kuusistos 2010).

Na arquitetura a aplicação de têxteis já ocorre desde tempos remotos. Foram primeiramente empregados por povos nômadas que faziam uso destes por serem materiais flexíveis, e próprios para auxiliar na mobilidade de seus lares tanto que ao longo do tempo foram se estendendo às culturas que foram surgindo (Mendonça 1997).

A evolução constante dos têxteis estão os deixando ainda mais leves, mais resistentes, mais fortes, duráveis, capazes de responder de forma dinâmica ao meio que se encontram, podendo mudar de comportamento quando solicitados. Sendo notáveis os aspetos como memória de forma, tratamentos de fibras, pcm's (*phase change materials*), revestimentos de polímeros, materiais biodegradáveis, recicláveis, tratamentos contra raios UV, nano tecnologia, retardador de chamas, entre outros, estão a cada dia sendo mais comumente utilizados para desenvolvimento de novos produtos (Kuusistos 2010).

O emprego de têxteis possui potencial cada vez maior dentro da arquitetura por facilitar a criação de formas curvas, geometrias mais complexas e dobras. E escritórios de arquitetura como o NOX, que transmutando técnicas de construção têxteis para técnicas construtivas, obtendo costuras simbólicas auxiliados por sistemas CADs (*computer aided design*, ou seja,

desenho auxiliado por computador), que ampliam a exploração formal, com o intuito de passar o caráter dos têxteis de superfície para a própria estrutura (Wigglesworth 2010). (ver figura 19)



Fig. 19 – Fachada da Maison Foiles Cultural, em Lille, projeto do escritório NOX. (Fonte: Wigglesworth 2010)

Outro projeto que chama a atenção é do escritório Testa and Weiser, em 2004, que propunha um edifício de escritórios empregando fibra de carbono e materiais compósitos, sendo que a estrutura seria tecida em conjunto por 40 bandas helicoidais feitas a partir da fibra, monitorado por sensores que verificariam a integridade de todo o edifício. Mesmo não tendo sido executado, projetos como esse reafirmam que no futuro os têxteis serão utilizados como alternativa mais eficaz aos padrões construtivos existentes (Wigglesworth 2010). (ver figura 20)



Fig. 20 – Torre proposta pelo escritório Testa and Weiser em 2004. (Fonte: Wigglesworth 2010)

A empresa americana FTLsolar desenvolve painéis solares fotovoltaicos integrados a tecidos de poliéster. A importância do ponto de vista dos têxteis está na possibilidade de células

flexíveis permitindo o uso das mesmas em curvas ou geometrias mais complexas (FTLsolar 2011). (ver figura 21)



Fig. 21 – Cobertura com células fotovoltaicas. (Fonte: FLTsolar 2011)

A nanotecnologia auxiliou o desenvolvimento dentro da Arquitetura de têxteis com mudança de fase. Já há emprego de têxteis com termo regulação tratados com nano tecnologia que evitam perdas de calor ou ganho da mesma pelo material. É possível assim, economizar energia além do material possibilitar a diminuição da carga, custos no transporte e facilitar a instalação, unindo-se ainda os ganhos na redução da poluição sonora. Empresas como a Birdair comercializam esse têxtil para inúmeros fins dentro da construção civil (Birdair 2011). (ver figura 22)



Fig. 22 – Forro com emprego do têxtil Tensotherm comercializado pela empresa Birdair. (Fonte: Birdair 2011)

Estudos quanto ao emprego de tecnologias inteligentes às edificações estão muito avançadas no campo da Domótica (automatização residencial), projetos na Arquitetura como Turbine Power Building, da Richard Rogers não são mais raros. Onde há a aplicação de sistemas para segurança, conforto e minimizar energia. Porém a forma de aplicação das tecnologias deve incluir o ser humano como um fator básico, pois os projetos inteligentes no sentido de aplicação de tecnologia por si só proporcionam ainda ambientes muito impessoais (Ribeiro 2004).

Quanto os têxteis inteligentes há pouca exploração dentro da arquitetura de interiores, trabalhos como de Mossé (2010) demonstram que há potencialidade do emprego dos têxteis na configuração dos espaços internos. Observando seu estudo quanto o emprego do Gecko textile 2, têxtil com alto desempenho adesivo, pode-se notar que o mesmo possibilita a aderência em qualquer superfície sendo sempre removível, alcançando assim um produto dinâmico. Esse têxtil passa a ser a plataforma para a inclusão das tecnologias com ser humano dando possibilidade de intervenção do indivíduo no produto proposto, elegendo conforme o seu desejo a presença ou ausência de luz, permitindo-te explorar o próprio *design* da autora, deixando que o utilizador a configure como preferir. Habilitando outro caráter à ação e por fim uma percepção mais acolhedora do meio. (ver figura 23)



Fig. 23– Papel de parede com têxtil Gecko textile. (Fonte: Mossé 2010)

Segundo Mossé (2010), já está claro através das pesquisas em arquitetura que os têxteis inteligentes ainda não são bem explorados no âmbito dos ambientes interiores. Se a percepção e a ciência destes materiais se torna cada vez mais consistente fica a cargo de pesquisadores realizarem bons projetos que possam realizar e responder a requisitos que

melhorem nosso cotidiano, que incentivem a relação do seu utilizador com seu habitat. Admitindo sempre que, a estética deve acompanhar o desempenho duradouro, ampliando a compreensão do espaço doméstico e auxiliando na obtenção de uma casa mais sensível e harmónica.

Já existem têxteis com acabamentos de PCM's utilizados em fachadas, coberturas, telhados e cortinas para armazenar energia solar térmica ou para isolamento e economia do ar condicionado.

Um exemplo de aplicações desses materiais na construção civil é a recente utilização do têxtil termo regulador Tensotherm® revestido de nanogel Lumira™ pela empresa norte americana Birdair. Trata-se de um têxtil sanduíche que possui uma camada de nanogel na sua estrutura (figura 24). Essa camada previne a perda ou o ganho de calor pelo material. O têxtil em si é composto por fibra de vidro e PTFE (Politetrafluoretileno) além do nanogel. O nanogel possui propriedades de mudança de fase, o que proporciona ao têxtil carácter inteligente (Kuusistos 2010 Birdair 2012).



Fig. 24: Cobertura com a utilização do têxtil Tensotherm® e revestimento de nanogel Lumira™. (Fonte: Birdair 2012)

Uma das aplicações mais populares de PCM's em edificações, dá-se na impregnação dos mesmos em materiais de construção que são porosos, como o gesso ou o betão, com objetivo de melhorar as suas propriedades térmicas. Essa aplicação na estrutura dos edifícios

traz inúmeras vantagens, sendo que estes oferecem grandes áreas para o armazenamento e transferência de energia em todas as zonas. Outro fato importante é que a sua incorporação não acarreta custos adicionais, exceto o do material, os PCM's, pois a sua aplicação é feita da mesma forma (Maria & Nunes 2011).

A empresa Fraunhofer juntou-se em 1999 com a BASF para desenvolver um produto para armazenamento de calor latente, tendo as tecnologias de mudança de fase e micro encapsulamento como foco, que pode ser inserido em materiais de construções leves e sólidos. O produto alcançado são partículas finas que podem ser adicionadas diretamente ao pó de gesso, betão, rebocos e em outros materiais da construção civil. Uma vez integradas as microcápsulas de cera de parafina têm o poder de armazenar calor durante o dia e libertar pela noite quando a temperatura se encontra mais baixa. O resultado desse estudo com paredes de gesso e blocos de concreto foi uma menor exigência de energia, tendo como consequência uma diminuição dos custos. O produto foi patenteado pela BASF com o nome de Micronal ®, já é comercializado na Europa e América do Norte (Anon. 2012). Ver figura 25.

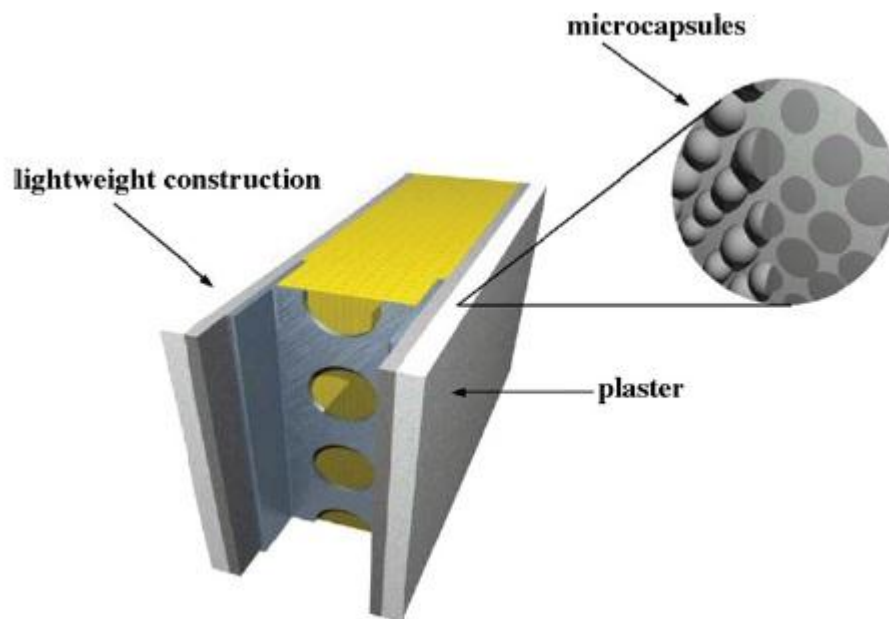


Fig. 25: Painel de gesso acartonado com adição de PCM's. (Fonte: Sharma & Tyagi & Chen & Buddhi 2007)

Pode-se observar que há um ganho com o emprego de PCM's na construção civil, levando a crer que podem levar a edificação leve a ter mais inércia térmica, pois além do ganho quanto ao isolamento térmico, pode se reduzir a necessidade de consumo energético quando

absorve os ganhos de energia latente e ao mesmo tempo que reduz os fluxos de calor, reduzindo assim as oscilações de temperatura (Nunes 2011).

“... a introdução de sistemas ativos com capacidades adaptativas nas paredes pode permitir que as construções leves tenham um desempenho funcional otimizado para competir com as construções convencionais pesadas.” Pg. 154, Mendonça & Macieira 2011.

Em países de clima temperado, como por exemplo Portugal, onde a as temperaturas em média vão de - 2,5°C, mínimo, a 35°C, máximo, e que possuem uma variação térmica de mais ou menos 10°C diária, a inércia térmica torna-se mais importante que a capacidade de isolamento. Quando ausente, pode acarretar uma queda de temperatura noturna relevante e em razão disso, uma acentuada oscilação da temperatura diária interna da edificação (Mendonça & Macieira 2011).

Uma forma de aumentar a inércia térmica é agregando materiais com mudança de fase, os PCM 's. Há estudos feitos que comprovam isso, segundo trabalho de Mendonça & Macieira (2011), em que numa experiência foi aplicado a uma célula teste um PCM natural, de óleo de coco, tendo-se alcançado uma diferença entre a temperatura máxima exterior e interior de 8°C, enquanto a célula teste sem adição de PCM a diferença de temperatura chegou a 20°C. Demonstrando que a célula teste com adição de PCM 's chegou a ter um desempenho térmico 70% superior.

CAPÍTULO 03 - DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO PRODUTO

“Forma segue função: isso tem sido mal interpretado. Deveriam ser um só,
juntos numa união espiritual.”

Frank Lloyd Wright

3. DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO PRODUTO: A METODOLOGIA DO PROCESSO DE DESIGN

Para ser considerado um novo produto, o produto deve possuir um novo nome de marca, um novo item ou linha de extensão (produto melhorado) em relação a um produto antecessor. Pode-se dizer que na atividade empresarial e industrial o conceito de novo produto está ligado à introdução de um novo produto ou serviço no mercado. Sendo que estes processos começam com a identificação de uma oportunidade no mercado e têm como objetivo a inserção de um novo produto com sucesso (Sousa 2012).

O grau de novidade de um produto tem a ver com a diferenciação tecnológica que o mesmo apresenta, sendo um fator objetivo e identificável, e é determinada pela perceção que os indivíduos têm do mesmo quando são confrontados. Ou seja, é considerado novo aquilo que o eventual utilizador vê como sendo novo, sendo que a sua adoção traz uma modificação de comportamento do comprador. O grau de inovação pode variar de pequenas alterações a grandes inovações revolucionárias (Nunes 1997).

Alguns fatores são tidos como indicadores para o sucesso de um novo produto (Nunes 1997):

- Superioridade do produto ao que já existe no mercado.
- Atividades antes do desenvolvimento do produto, como a identificação da oportunidade e conceção de um novo produto, a avaliação de ideias, testes, etc.
- A definição antecipada e vincada do novo produto, definição do mercado alvo, conceito do produto e benefícios, estratégia e posicionamento, a lista dos atributos, etc.
- Ser orientado para o mercado.

O desenvolvimento de novos produtos engloba atividades distintas, desde a definição dos requisitos desejáveis do produto, o desenvolvimento e teste do mesmo, passando pela definição final, ajustes quando necessários até seu lançamento no mercado (Sousa 2012).

É correto afirmar que o processo de *design* é uma combinação de etapas distintas que visa o desenvolvimento de um novo produto de forma mais harmónica e criativa possível. O *design* pode-se dizer que engloba o processo de criação, que é a elaboração, a conceção e a especificação de um produto, etapas sempre voltadas para um objetivo/resolução de um problema, assim como também designa o produto deste processo de criação. Ou seja, o *design* tem papel fundamental no desenvolvimento de novos produtos, serviços ou sistemas, por isso

passou a ser uma função crítica e estratégica dentro das organizações de hoje em dia (Laschuk 2008).

Na arquitetura o *design* é algo tido como intrínseco. Pode-se dizer que quando se trata de arquitetura de interiores, isso se torna evidente. Pois estética, forma e função bem resolvidas são fundamentais para a construção de um espaço interno eficaz e sabendo-se que são requisitos desejáveis tanto dentro da arquitetura quanto para o *design*. A arquitetura de interiores engloba isso, o espaço é pensado sob todos os aspetos, desde a função, as características pessoais da(s) pessoa(s) a que se destina, a melhor distribuição possível, forma, conforto térmico e acústico bem como a estética.

Os arquitetos e designers que trabalham com o ambiente interior, têm que levar em conta na hora de projetar e desenvolver produtos para este tipo de espaço as características culturais, tecnológicas e de mercado. A criatividade e a inovação a fim de gerar e explorar novas possibilidades podem ampliar a aplicação de materiais, como no caso dos têxteis.

A aplicação de materiais inteligentes com base têxtil exige um envolvimento maior seja por parte de arquitetos ou designers, pois exige conhecimentos técnicos sobre os materiais têxteis, propriedades, estruturas, processos, acabamentos, dentre outros.

Entender as necessidades humanas sempre foi um parâmetro fundamental na prática projetual, e para isso devem ser abordados e refletidos diversos aspetos, um briefing claro e bem compreensível sobre o desenvolvimento de um produto têxtil inteligente é essencial para a pesquisa e a conceção do mesmo.

3.1 BRIEFING

O briefing pode tanto inspirar quanto motivar a criação de novos produtos/soluções que satisfaça requisitos desejáveis do mercado. O briefing deve englobar todas as necessidades do projeto, a definição das especificações do produto, metas e propósitos, auxiliando com isso a definição clara das etapas do processo de *design*.

Sabendo-se disso, o objetivo do presente trabalho, a aplicação de têxteis inteligentes na arquitetura de interiores, seguirá o processo de design de um produto novo. Sendo passível afirmar que a aplicação de têxteis inteligentes não se limitará a apenas aplicar o mesmo, mas

também a implementação do material, como a inserção de PCM 'S, a impregnação com resina e há ainda a necessidade da inclusão de têxteis eletrónicos de forma harmónica.

3.2. DEFINIÇÃO CLARA DO PROBLEMA E CONCEITO A EXPLORAR

O lixo acumulado e desperdício em obra são alguns dos principais problemas que vêm motivando pesquisas há muito anos, outras questões como soluções que reduzam o tempo de exclusão e tragam leveza sem comprometer o desempenho na construção civil são cada vez mais desejáveis. Além das questões técnicas, há as questões funcionais, sobre a flexibilização dos espaços internos, a necessidade do desenvolvimento de uma arquitetura humanizadora que contemple o maior número de pessoas sempre respeitando as individualidades dos seres humanos.

E se fosse possível construir painéis que dariam forma para as paredes internas com um material menos impactante na natureza, mais leve e que trouxesse economia, bem-estar e além disso tudo, alia tecnologia que permite a personalização e interação da luz com o usuário através do telemóvel, por exemplo? Este será o conceito a explorar nos painéis para uma parede divisória.

Com a aplicação de tecnologias é possível contemplar tanto as questões técnicas como alcançar uma arquitetura flexível. O desenvolvimento de painéis com base têxtil para paredes divisórias, alcançam um material mais leve, o que já é uma vantagem e com o emprego de um compósito compostável ou reciclável seria possível diminuir o impacto ambiental causado pela construção civil ao ambiente. Reforçando-se que o emprego de têxteis facilita a execução de formas e dá mais flexibilidade projetual. A inserção de PCM 's pode ampliar o bem-estar quanto ao conforto térmico e auxiliar na economia de energia. Unindo-se a tudo isso a interatividade por meio dos têxteis eletrónicos, é possível obter-se ao mesmo tempo uma arquitetura flexível mas que também respeita a individualidade. Ou seja, a interatividade se dá a partir do momento em que você pode criar o padrão que lhe convém e passá-lo para a parede através de um telemóvel, por exemplo, aquele padrão que será formado através das luzes dos LEDs se tornará único e estará respeitando as preferências individuais.

3.3. PONTOS CHAVES DO PRODUTO

- Têxteis inteligentes;
- Compósitos;
- Têxteis eletrónicos;
- Domótica;
- Interatividade;
- Arquitetura de interiores;
- Paredes divisórias;
- Flexibilidade.

3.4. METAS E PROPÓSITOS

- Aplicação de têxteis inteligentes na arquitetura de interiores, desenvolvendo um painel para compor a parede divisória com aplicação de PCM's.

- Ser um biocompósito ou compósito reciclável e assim diminuir a quantidade de lixo acumulado em aterros.

- Alcançar maior leveza e não seja aquém quanto ao desempenho e que ainda, auxilie na flexibilidade e humanização da arquitetura.

- Alcançar interatividade por meio de LEDs através da união de têxteis eletrónicos que podem ser controlados por telemóvel, por exemplo.

- Executar prototipagem e testes de desempenho.

- Unir valores técnicos funcionais e estéticos em um mesmo produto.

3.5. ESPECIFICAÇÕES E EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS

O produto a ser desenvolvido empregará PCM's para o seu desenvolvimento e prototipagem, porém também abre espaço para a combinação de têxteis inteligentes com têxteis eletrónicos a fim de adicionar valor ao produto e dar o caráter interativo ao mesmo. O substrato têxtil deve ser adequado, ou adequar-se ao uso a que está a ser testado a sua aplicabilidade, no

caso do presente trabalho trata-se de uma parede divisória que não tem papel portante e é para áreas internas.

3.6 ESTÁGIOS DO PROJETO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O projeto foi executado seguindo uma sequência de etapas. Durante a etapa 01 foram feitas as pesquisas sobre têxteis inteligentes, têxteis eletrônicos, compósitos, a casa do futuro e a arquitetura e *design* flexíveis, na etapa 2 foram estudados os mesmos e sua aplicação dentro da arquitetura, na etapa 3 foram estudados os têxteis técnicos, o substrato têxtil como base da parede divisória, o *Spacer*, as paredes divisórias existentes no mercado. Todas essas etapas fazem parte do capítulo 2, que esboça o estado da arte dos materiais.

As etapas 1, 2 foram focadas na pesquisa de mercado dos têxteis inteligentes atualmente, buscando saber o que já se emprega na arquitetura, suas diferentes funcionalidades e aplicações, bem como as perspectivas futuras. Nessa etapa verifica-se uma oportunidade de mercado pouco explorada, na Arquitetura de interiores, que é o emprego de têxteis inteligentes, os têxteis eletrônicos e os compósitos.

Após a pesquisa sobre os têxteis inteligentes disponíveis e a oportunidade encontrada nos materiais com mudança de fase, os PCM's. Sendo que, a pesquisa quanto aos têxteis eletrônicos verificou-se também a possibilidade de empregar LEDs que podem ser manipulados, pelo uso de um microcontrolador, pelo usuário através de um telemóvel, por exemplo. Em um segundo estágio foi feita uma pesquisa sobre os mesmos, bem como os atuais usos dentro da arquitetura e as potencialidades dos materiais para ampliar as suas aplicações. Identificando-se, a partir das aplicações já feitas na área de arquitetura de interiores, as paredes de vedação, conhecidas vulgarmente como paredes divisórias, para a criação de um novo produto.

Numa 04 etapa verifica-se o processo de *design* do produto. Em primeiro lugar, é realizado a fase de preparação, onde foi definido qual seria a metodologia de processo a ser seguida. Posteriormente a isso, foram feitos o briefing e a definição clara do conceito a seguir, bem como as metas e propósitos do presente trabalho. Assim, foi definido quais especificações e exigências deveriam ser seguidas pelo novo produto. A seguir a isso, tem-se o processo de incubação, onde são avaliadas as possíveis ideias para o produto e então selecionar quais seguir. Após a idealização do que deve ser desenvolvido inicia-se a fase de prototipagem do

produto. O material base será um têxtil com estrutura 3D, mais especificamente, um *Spacer*, será aplicado a ele os PCM's por impregnação, será conjugado então um têxtil eletrónico, que será inserido através de fios condutores e os LEDs serão unidos com uma cola condutora elétrica, logo serão conectados a uma placa de desenvolvimento, no caso o Lilypad Arduino, que será controlado a partir de um telemóvel, *ipad*, através de um *software*, que fará o controlo e possibilitará a utilização do microcontrolador e a construção da interface gráfica.

Posteriormente, serão realizados testes e uma breve reflexão sobre os mesmos.

3.7. PROCESSO DE DESIGN

O processo de *design* engloba pesquisa de informações e criatividade. Antes que se possa executar uma ideia ou concebê-la é preciso obter informações suficientes sobre o que já existe no mercado, pois a obtenção de informações através da pesquisa fornece as informações técnicas fundamentais para que seja possível o desenvolvimento de um novo produto ou melhoria, e além disso auxilia visionar os possíveis desafios a serem superados ao longo deste processo (Laschuk 2008).

O processo de *design* de um produto com base em têxteis inteligentes para a arquitetura de interiores foi desenvolvido baseado na metodologia com estrutura circular de Koberg e Bagnall (1974) com a adição da etapa de teste do produto.

- 01- Reconhecer o problema: Verificar uma oportunidade de mercado.
- 02- Analisar: fazer a recolha de toda a informação que possa auxiliar no entendimento e possa vir auxiliar nas etapas posteriores, de conceção e desenvolvimento.
- 03- Definir: as principais questões e objetivos a serem alcançados.
- 04- Desenvolver ideias: para gerar opções.
- 05- Decidir: escolher entre as opções, decisão de qual ideia possui maior aplicabilidade.
- 06- Realizar: para dar forma física a ideia.
- 07- Testar: para validar a ideia.

3.8 INCUBAÇÃO

É a etapa que consiste no processo posterior a pesquisa e análise dos materiais que podem vir a ser desenvolvidos, onde as ideias são geradas.

A partir das tecnologias elencadas, foram ponderados aspetos: primeiramente, que têxtil poderia servir de base, como seriam acrescentados os LEDs ao substrato têxtil e de que forma eles poderiam ser acrescentados sem prejudicar o seu funcionamento, além disso, que microcontrolador poderia ser empregado para os controlar e o quais seriam as condicionantes necessárias para isso.

Primeiramente considerou-se a ideia de um papel de parede, mas logo foi refutada por não representar uma inovação.

Foi verificado assim, a possibilidade de acrescentá-los a um segundo têxtil e por meio de impregnação com resina unir ao substrato têxtil do tipo *Spacer*, obtendo-se assim um só produto. A partir da ideia elencada, é necessário realizar a prototipagem do produto em si, a fim de verificar as propriedades pretendidas e seu funcionamento.

CAPÍTULO 04 - PROTOTIPAGEM

“Arquitetura é o completo êxtase em que o futuro pode ser melhor.”

Daniel Libeskind

4. PROTOTIPAGEM, APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os materiais foram elencados para a fase de prototipagem e testes pela sua disponibilidade e pela concordância das propriedades necessárias. Primeiramente foi feita a escolha do têxtil base, disponibilizado na própria Universidade do Minho, um *Spacer* de fibra de poliéster, porque não houve o acesso a um *spacer* de fibra natural. Sendo, que a resina foi elencada pelas propriedades do material e também disponibilizada pela própria Universidade do Minho.

Para a construção do têxtil eletrônico houve ajuda de dois académicos da Engenharia Eletrónica Industrial e Computadores da Universidade do Minho e todo o material foi disponibilizado pelo CCTT (Centro de Ciência e Tecnologia Têxtil), os LEDs empregados são do tipo RGB, em fita. Foi necessário um têxtil base e dois tipos de fios condutores. A placa de desenvolvimento utilizada foi o Lilypad, da família Arduino, por ser de baixo custo e por possuir o microcontrolador Atmega 328V.

Os PCM 's usados neste trabalho foram disponibilizados por Bruno Gomes.

A prototipagem foi realizada por etapas, as quais seguem abaixo.

4.1 Etapa 01: Conceção do têxtil eletrônico


A conceção do têxtil eletrônico deve ser realizada de acordo com as exigências do projeto, como já foi citado, deve ter seu padrão alterado através da luz e ser passível de controlo através do usuário, sendo passível de alteração através do telemóvel, *lpad*, etc. Para isso devem ser elencados os materiais, que seguem a seguinte ordem:

- Leds

A construção do painel de LEDs inicia-se pela definição dos mesmos, fez-se um estudo para tentar encontrar LEDs que possibilitassem a construção de um painel de grandes dimensões atendendo ao fato que seriam acrescentados a uma superfície flexível. Outros aspetos relevantes foram: o brilho, a quantidade de eletrónica necessária, o custo, consumo energético e o aquecimento. Assim, apresentam-se na tabela 03 os três tipos de LEDs

considerados no estudo com sistema de cores RGB, red /green /blue (vermelho/verde/azul), possíveis para implementar o painel.

Tabela 03 - LEDs RGB:



Brilho (lumens)	12	15	15
Quantidade de eletrônica	Resistências e shift registers	Mosfets (12V)	nenhuma
Custo	0.70€ (cada led)	16.6€ (fita de 5m com 300 leds)	34€ (fita de 1m com 32 leds)
Alimentação	3.3 Volts	12 Volts	5 Volts
Consumo	66 mW	72 W	3-9 W (os 32 leds)
Extra	-----	Fita flexível separável a cada 3 leds já com as resistências	LEDs endereçáveis

Tabela 03 – Tipos de LEDs RGB considerados no estudo. (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Observando-se a tabela 03, na coluna 1 estão os LEDs mais comuns e nas colunas 2 e 3 tem-se um tipo de LEDs dispostos em uma fita flexível que possui as resistências limitadoras, o que diminuirá de certa forma o hardware a implementar. Por isso, os aconselháveis são os das colunas 2 e 3. Porém, o preço da coluna 3 é muito elevado, pois são endereçáveis entre si, bastando somente programá-los, e sendo assim escolheu-se o da coluna 2. Uma fita de LEDs RGB separável a cada conjunto de três LEDs e já com resistências integradas. A desvantagem quanto ao da terceira coluna é que não são endereçáveis e por isso para a construção do painel ter-se-á que cortar a fita e cada conjunto de três LEDs corresponderá a um LED no painel. O motivo de haver Mosfets (transistores) na eletrônica deve-se ao fato destes serem alimentados a 12 Volts sendo que o microcontrolador à saída, o máximo que dá é 5 Volts.

A figura 26 abaixo mostra como a fita de LEDs RGB é disposta. A cada três LEDs é possível cortar a fita e deixar os caminhos de cobre visíveis e assim criar módulos de 3 em 3 LEDs, possibilitando que sejam controlados independentemente.

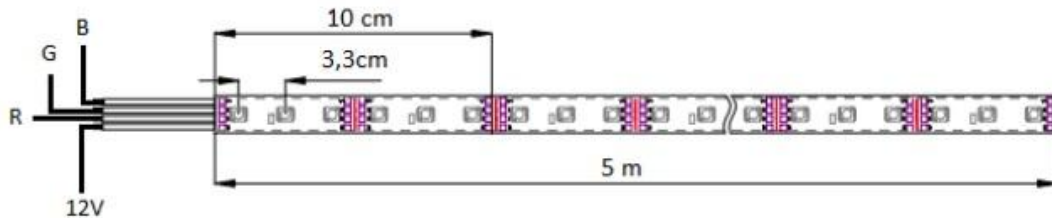


Fig.26 - LEDs RGB em fita. (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Para a conceção de um painel é necessário dispor os LEDs em forma de matriz para que fiquem todos distanciados uns dos outros com a mesma medida. Para isso é necessário que os mesmos sejam adaptados a fim de se obter alguma flexibilidade para que possam ser acrescentados a uma superfície flexível, neste caso um têxtil.

O controlo destes LEDs é feito por um microcontrolador que de acordo com as entradas, fará o painel iluminar-se. As entradas podem ser de sensores de presença, do PC ou de um telemóvel com comunicação Bluetooth.

Um painel de LEDs para ser controlado individualmente tem que ocupar saídas do microcontrolador. Portanto, se o painel é muito grande haverá a dificuldade em encontrar um microcontrolador com um número de portas maior que o número de LEDs necessários para o painel.

É necessário realizar testes com a parte eletrónica antes de aplicar ao têxtil, para observar se responde de forma positiva aos comandos e para testar a intensidade de luz dos LEDs. Para diminuir o número de portas necessárias foram utilizados circuitos descodificadores (figura 27).

Foram testados também os comandos e verificados a intensidade dos LEDs. Após isso foi observado se funcionam bem, se há boa intensidade de luz e se correspondem aos comandos via telemóvel. O têxtil base, o *spacer*, foi sobreposto aos LEDs para testar a transposição da luz. Para assim, ter-se uma noção de quanto de luz é transposto, caso seja unido o *spacer* ao têxtil eletrónico de forma sobreposta via impregnação com resina (figura 28).

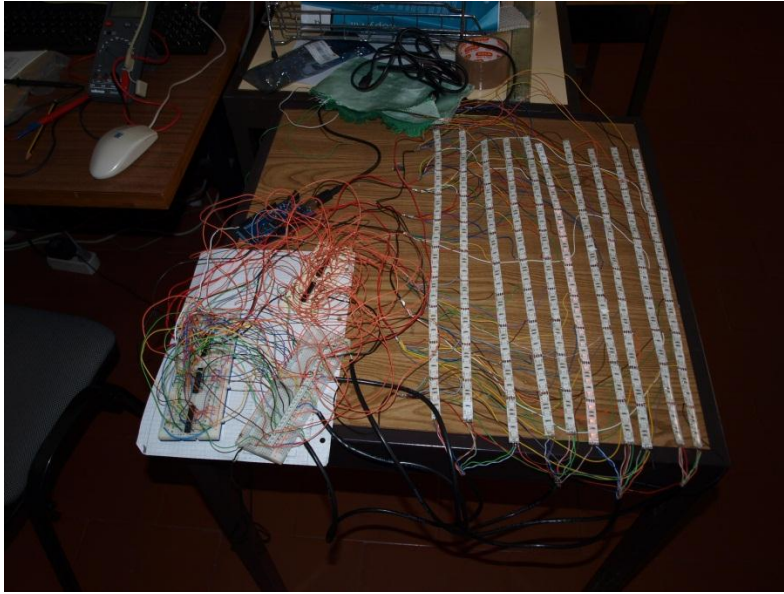


Fig.27 : LEDs ligados a um microcontrolador através de circuitos. (fonte: própria autora)

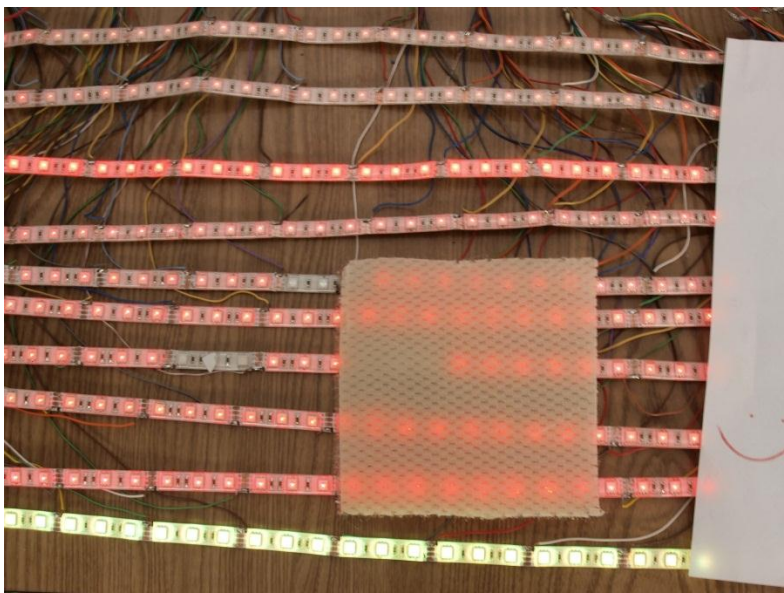


Fig.28 : Teste de intensidade de luz. (fonte: própria autora)

Os LEDs foram acrescentados a um têxtil com estrutura 2D. Esse têxtil foi previamente costurado numa máquina reta com fios condutores (um fio de prata e um fio de aço inox), na posição horizontal, a cada 5 cm. (ver figura 29)

Os LEDs foram então ser cortados a fim de que se possa obter acesso aos caminhos de cobre de forma visível e assim tornar possível a conexão com os fios condutores. Sendo que devem ser dispostos de modo que seja possível conectar ao têxtil, para isso foi necessário o auxílio de uma cola condutora. Foi também necessário isolar a parte posterior dos LEDs, que se

encontra em contato com os fios condutores, usando-se uma fita adesiva isolante, evitando-se assim curto-circuitos. Os fios condutores de cobre devem ser substituídos todos por fios condutores têxteis, para tornar a placa mais maleável e assim ligar os LEDs ao circuito, que assim é ligado ao microcontrolador (sendo que assim é possível determinar que LEDs irão funcionar) (ver figura 30).

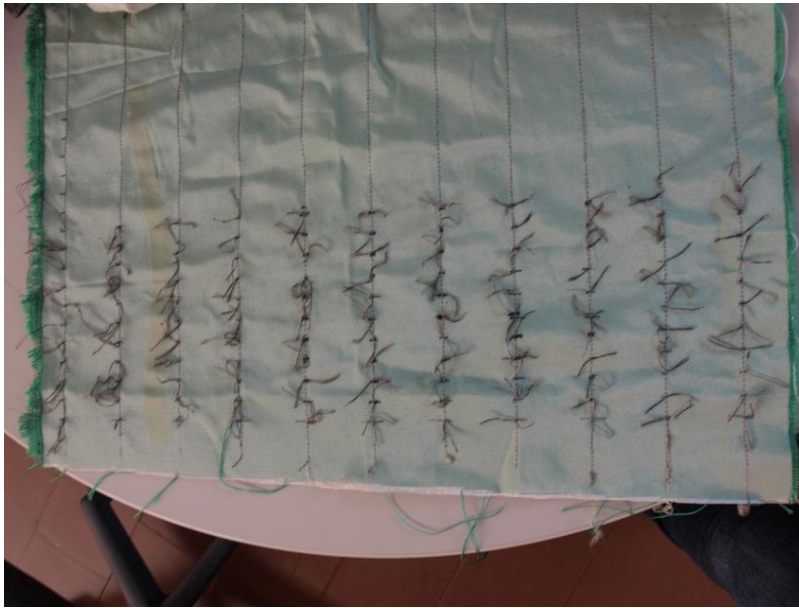


Fig.29 - Têxtil com estrutura 2D, com fios condutores costurados a cada 5cm, formando as linhas. As aparas foram feitas para permitir a conexão com os LEDs.(fonte: própria autora).



Fig.30 - LEDs agregados ao Têxtil com auxílio de cola condutora. (fonte: própria autora)

A matriz de LEDs é formada por 10 fitas com 10 células de 3 LEDs cada. A cada 5cm cada uma das fitas deve ser corrompida, deixando assim os caminhos de cobre visíveis, de modo que a cada célula ficasse independente do resto da fita. A figura 31 abaixo ilustra isso.

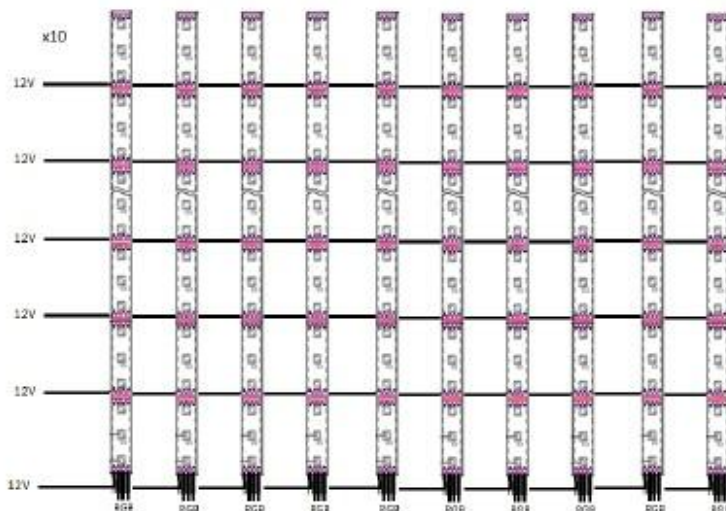


Fig. 31 – Disposição do painel com a fita de LEDs RGB. (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Portanto, para acender um LED numa determinada posição basta alimentar a linha respectiva a 12 V e dependendo da cor que se quer conectar os fios R, G e B a um potencial zero. É possível jogar com os três terminais R (vermelho), G (verde) e B (azul) obtendo-se as 7 cores apresentadas na tabela 04.

Tabela 04 - de Mistura de cores RGB



R	Vermelho
G	Verde
B	Azul
R e G	Amarelo
R e B	Magenta
G e B	Azul Cyan
R, G e B	Branco

Tabela 04 - Mistura de cores RGB. (fonte: Montenegro & Araújo 2012)

Na figura 32 é possível um desenho esquemático e uma imagem do têxtil eletrónico com os LEDs já acrescentados, já com as linhas conectadas ao circuito que fará a conexão com o microcontrolador.

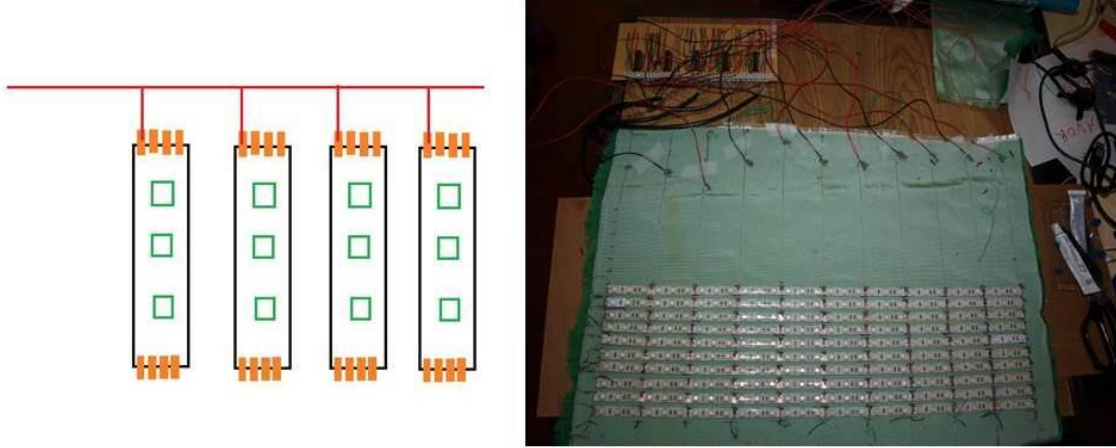


Fig.32 - LEDs já agregados ao Têxtil, desenho detalhado e imagem. (fonte: própria autora)

Na figura 33 é possível ver todas as colunas com os têxteis condutores conectados (os fios de cobre foram substituídos a fim de alcançar-se mais maleabilidade). Tais foram conectados através de cola condutora.

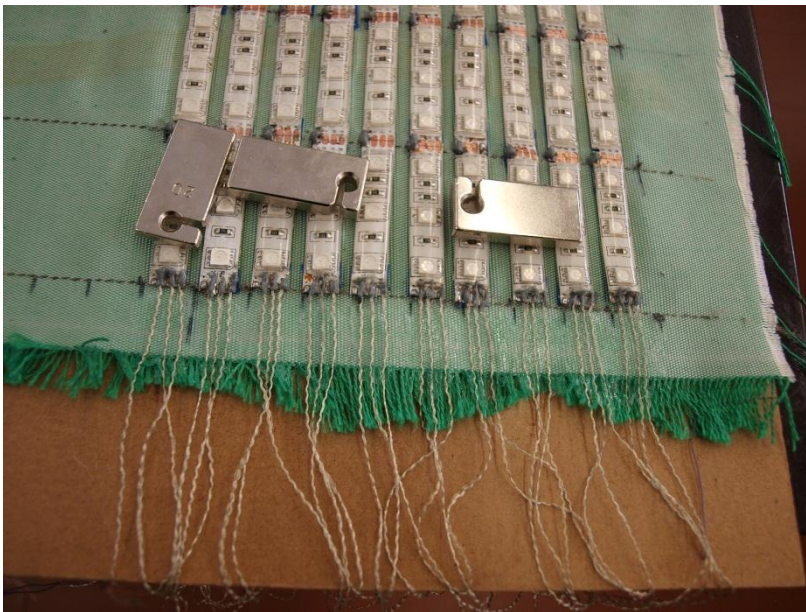


Fig.33 - Fios têxteis condutores que ligam as colunas ao circuito. (fonte: própria autora)

O microcontrolador a ser escolhido tem como critério o tipo de LEDs a serem utilizados, da saída fornecida e pela configuração desejável. O microcontrolador selecionado é o ATmega 328V, que faz parte da placa de desenvolvimento LilyPad .

- Software

O *software* escolhido é o Arduino, por tratar-se de um *software* livre e que fornece toda a documentação online. A programação foi realizada por dois alunos do curso de Engenharia Eletrónica Industrial e Computadores da Universidade do Minho. O objetivo é alcançar uma interface gráfica que possibilite o utilizador a manipular os LEDs de acordo com a sua vontade, através de um telemóvel, computador ou *pad*, gerando assim um padrão de acordo com a sua preferência.

O *software* a desenvolver terá duas componentes. Uma diz respeito ao controlo e utilização do ATmega 328 e outra à construção do interface gráfico. Com este software pretende-se implementar uma matriz bidimensional (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Relativamente à linguagem da interface gráfico esta terá que ser de fácil utilização. Para tal pretende-se implementar um conjunto de botões dispostos sob a forma de matriz na qual o utilizar ao carregar acende ou apaga o LED respetivo alterando o estado da posição respetiva do botão numa matriz bidimensional. Um botão com a função “Enviar” recolhe a informação da matriz convertendo-a para uma *string* e envia via porta série. Outros botões irão implementar as outras funcionalidades pretendidas com o interface.

- Software de interface gráfico para o computador

Pretende-se criar um interface gráfico para o computador de fácil utilização para o utilizador. Para tal o objetivo é criar uma janela com um conjunto de botões dispostos sob a forma de matriz na qual o utilizador coloca a cor que quer para o LED nessa posição e envie para o painel.

Esta interface pretende possibilitar ao utilizador que disponha de um computador, telemóvel ou *Pad*, alterar a imagem apresentada no painel. Para tal, buscou-se criar um

programa que permitisse alterar de forma rápida cada um dos LEDs presentes no painel. Uma vez que o painel é RGB, foi necessário desenvolver um método que pudesse permitir ao utilizador escolher a cor que pretendesse apresentar para o cada LED específico. A figura 34 ilustra essa interface no computador.

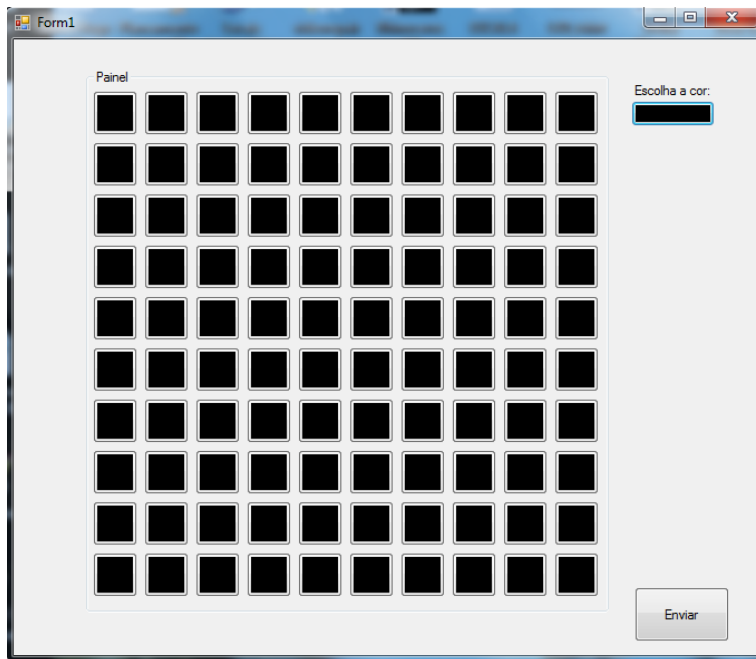


Fig. 34 – Interface gráfico para o computador 1. (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Cada um destes cem botões corresponde a uma posição da matriz bidimensional e cada um é responsável por fornecer o estado para a matriz. Por baixo da *label* “Escolha a cor:” encontra-se um botão que quando pressiona altera a sua cor. Esta cor será a cor a representar em cada um dos LEDs. Para seleccionar o botão e alterar a cor basta passar o rato por cima do botão, permitindo desta forma simples e rápida alterar o estado dos 100 botões sem que seja necessário clicar neles todos. Pressionando novamente o botão responsável pela cor, podemos obter uma cor diferente e desenhar assim uma imagem com várias cores. Caso o utilizador pretenda alterar o estado de um LED que se encontra no meio do painel sem alterar os outros basta pressionar o botão esquerdo do rato para que os botões seleccionados não alterem a cor. Largando o botão esquerdo o rato selecciona botões novamente. A figura 35 apresenta um exemplo.

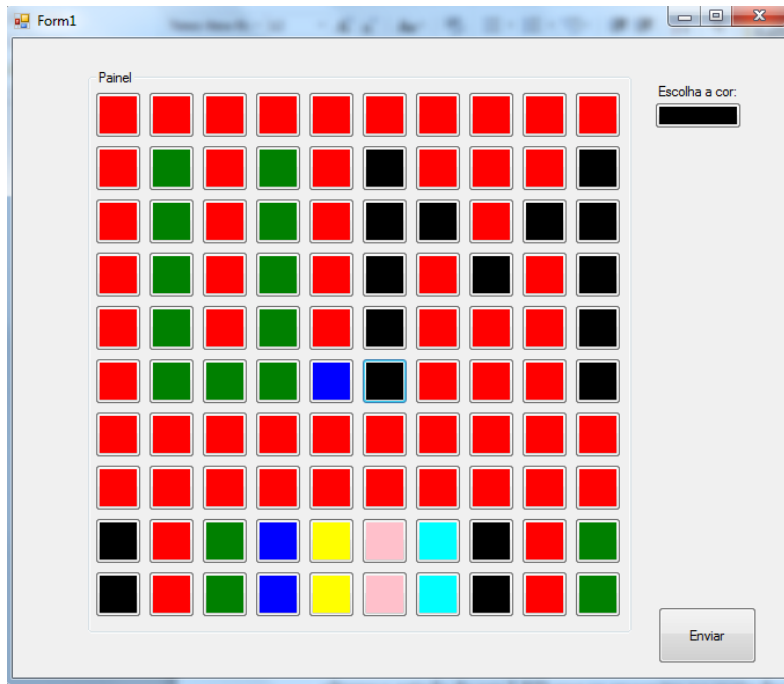


Fig.35 – Interface gráfico para o computador 2. (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

- Software para o telemóvel

Para criar o interface para o telemóvel definiu-se primeiramente o sistema operativo *Android* versão 2.3.5, visto ser o mais popular hoje em dia em plataformas móveis e haver imensa documentação e ajuda na Internet a propósito da criação de aplicações. O objetivo é criar uma aplicação simples que permita o utilizador fazer um desenho num bitmap a partir das cores possíveis e enviar via Bluetooth para o painel.

-Interface gráfico para o telemóvel

Para a criação da aplicação *Android* versão 2.3.5 foi necessário e essencial a consulta de informação no *site* da *Android*, dedicado essencialmente aos que querem se aventurar no desenvolvimento de aplicações. Foi necessário instalar o ambiente de desenvolvimento Eclipse e seguir todos os passos descritos no *site*, <http://www.eclipse.org/downloads/>, para poder criar a aplicação no computador.

Desenvolveu-se uma aplicação que trabalha com o *Bluetooth*, capaz de procurar e conectar-se a dispositivos com esta mesma tecnologia enviando dados. Também se criou uma

espécie de bitmap onde o utilizador pode desenhar alterando a cor (se quiser). Esse bitmap tem as dimensões do painel 10 x10, a figura 36 mostra esse bitmap:

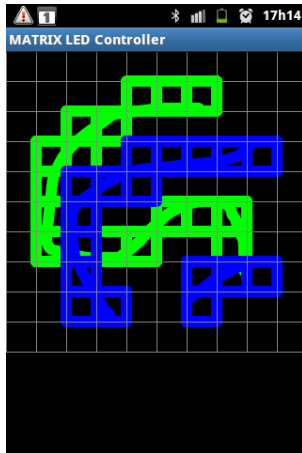


Fig. 36 – Aspeto da aplicação para *Android* (bitmap). (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Para se alterar a cor, enviar os dados, conectar-se, tornar o dispositivo visível criou-se um menu (figura 37). Para apagar o desenho basta colocar a cor a preto e passar por cima do bitmap nas zonas que se pretende apagar.

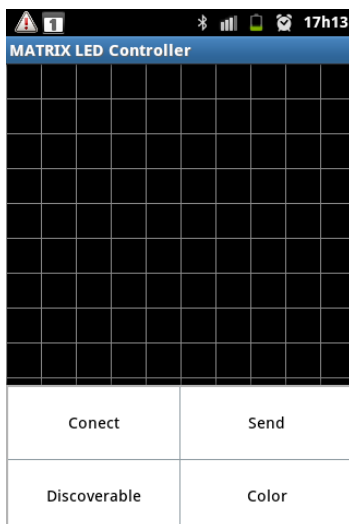


Fig. 37 – Aplicação *Android* (menu). (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Uma outra característica é que se iniciarmos a aplicação sem ligarmos o *Bluetooth* ele pergunta se desejamos ligar, ver figura 38.

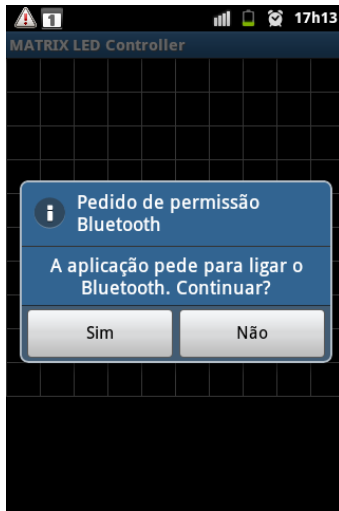


Fig. 38 – Aplicação Android (pedido ligação Bluetooth). (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

- Sensor

O sensor elencado deveria ser compatível com o Arduino e ser do tipo que capta presença e ou movimento.

Existem diferentes tipos de sensores no mercado, com têm um alcance que variam de centímetros a metros.

Os sensores elegidos foram:

-Hall magnetic sensor module KY-003

-Sensitive microphone sensor module KY-037

Ambos compatíveis com o Arduino, um com capacidade de captar o movimento/ presença e outro com capacidade de captar som, presença.

-Dynamixel Sensor Module AX-S1

Receptor de infravermelhos (para comunicação), possui 03 sensores de proximidade (esquerda, direita e frontal), também é sensível a luz e possui um microfone para detecção de sons.

- Módulo Bluetooth

O módulo Bluetooth empregado é o KC-21 (ver figura 39) da empresa “KC WireFree”, com 26.9mm x 15.2mm x 2.5mm de tamanho, consumo de 25mA como *slave* e 40 μ A em modo *sleep*. A sua tensão de alimentação tem 3.6 Volts como máximo admitido, sendo recomendado 3.3 Volts, e possui mais algumas funcionalidades como:

- Comandos AT para interface;
- *Bluetooth* versão 2.1, permite transferência de dados até 3Mbps;
- 14 pinos programáveis (12 digitais e 2 analógicos I/O);
- Interface UART, USB e SPI;
- Alcance até vinte metros, etc.

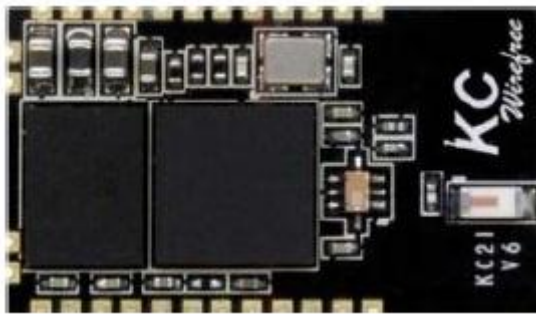


Fig. 39– Módulo Bluetooth KC-21. (fonte: Montenegro & Araújo 2012).

Para este módulo funcionar são necessários 3.3 Volts e conectar a sua porta série de dados de saída (UART_TXD) à porta de entrada de dados série do microcontrolador.

4.2- Etapa 02: Escolha do têxtil base.

- Têxtil base, *Spacer*

A escolha do têxtil é limitada devido à indisponibilidade de máquinas dentro da Universidade e por não haver no mercado um *Spacer* com fibras naturais (ver figura 40 abaixo). O têxtil elencado como base para a parede divisória é um *spacer*, malha de trama com estrutura 3D, com fibra de poliéster, onde as faces externas são constituídas de multifilamentos e o núcleo de monofilamento. Ver na Tabela 05 parâmetros estruturais do têxtil *spacer* de poliéster e na tabela 06 de propriedades dos fios de poliéster usados no têxtil *Spacer*.



Fig. 40- Têxtil base, *Spacer* de fibra de poliéster. (fonte: própria autora)

Tabela 05 - Parâmetros estruturais do têxtil *spacer* de poliéster:

Espessura (mm)	Tipo de fibra	Tex (densidade linear do fio)	Diâmetro do fio(mm)	Densidade fios transversais(fios /cm ²)	Densidade areal do tecido(g/m ²)
8	Faces poliéster multifilamento	15	a	107	621
	Núcleo poliéster monofilamento	22	0.13		

a diâmetro não pode ser medido devido não ser uma seção transversal circular.

Tabela 05 - Parâmetros estruturais do têxtil *spacer* de poliéster. (fonte: Velosa et al. 2011)

Tabela 06 - Propriedades dos fios de poliéster usados no têxtil *Spacer*:

Tipo de fio	Densidade (gm/cc)	Tenacidade (cN/dtex)	Alongação (%)	Ponto de fusão (C°)
Faces multifilamento	1.38	7.3	24	258-263
Núcleo monofilamento	1.38	5.0	11	258-263

Tabela 06 - Propriedades dos fios de poliéster usados no têxtil *Spacer*. (fonte: Velosa et al. 2011)

4.3 - Etapa 03: Aplicação dos PCM 's.

-Aplicação dos PCM 's

Primeiramente deve ser calculado a taxa de expressão através de uma amostra do substrato têxtil que seria aplicado os PCM 's, um *Spacer* com fibra de poliéster, sendo pesado a amostra seca e amostra molhada com água. O objetivo era saber qual a capacidade de absorção do produto pelo substrato têxtil.

$$\text{Taxa de expressão \%} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Peso inicial= 6,06 gramas

Peso Final= 13,8 gramas

Taxa de expressão do material= 127,72%

Após descobrir a taxa de expressão, deve ser pesado o substrato têxtil que será aplicado os PCM 's para poder preparar a receita dos PCM 's. O peso do *Spacer* era de 83,79 gramas.

Para esta a receita de PCM 's deve-se utilizar:

PCM 's = 19 gramas

Ligante = 5,9 gramas

Cloreto de Magnésio = 0,59 gramas

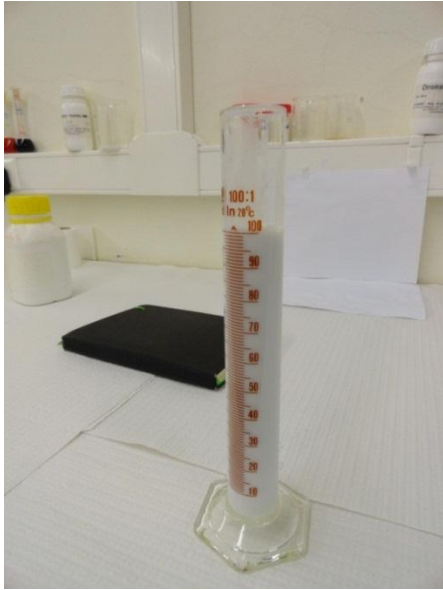


Fig.41- Solução de PCM 's para aplicar no *Spacer*. (fonte: própria autora).

A aplicação dos PCM 's no *Spacer* deve-se então realizar-se através de impregnação, ou seja, o uso de *foulard* se faz necessário para dar o banho e depois deixa-se na estufa por cerca de nove minutos para fixar os mesmos (figuras 42, 43 e 44).



Fig.42- *Foulard* empregado para aplicar os PCM 's. (fonte: própria autora).

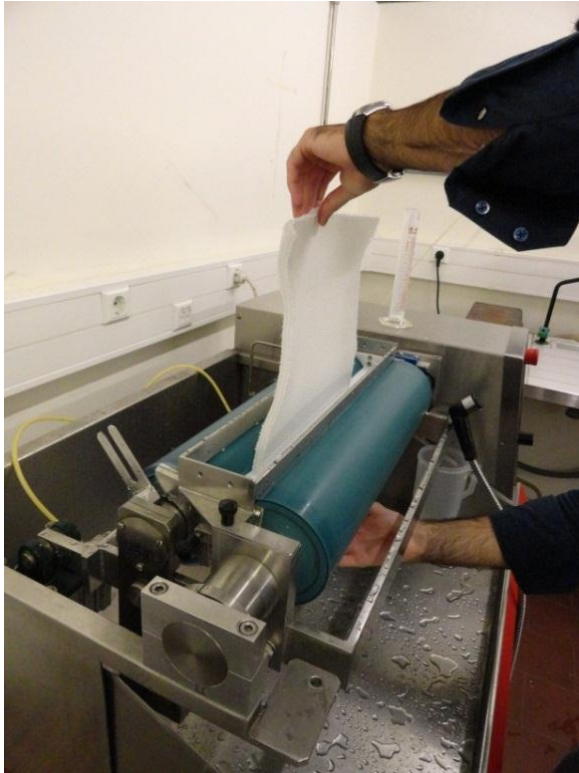


Fig.43- Aplicação dos PCM 's no foulard. (fonte: própria autora)



Fig.44 - Estufa utilizada para fixar os PCM 's ao *Spacer*. (fonte: própria autora)

4.4 - Etapa 04: Testes de DSC.

- Testes de DSC

Após a aplicação dos PCM's foi necessário realizar um teste para saber se realmente os mesmos aderiram ao substrato têxtil. É o teste de DSC (Calorimetria diferencial de varrimento) que permite certificar-se, ou não, se os PCM's que foram aplicados realmente aderiram ao substrato têxtil. Fornecendo uma identificação precisa, que permite determinar os níveis de PCM's que estão presentes no substrato têxtil (figura 45).



Fig.45 - Máquina DSC. (fonte: própria autora)

O primeiro teste realizou-se no laboratório da Universidade do Minho. É necessário somente uma pequena amostra do têxtil, que deve ser previamente pesada. O teste foi positivo quanto à absorção de PCM's, sendo que observando o gráfico 04 é possível verificar que os PCM's começam a reagir em 23,08 °C (*onset*), ou seja, mudam de sólido para líquido absorvendo energia, e em 35,17 °C (*endset*) mudam de líquido para sólido libertando energia. O pico se dá-se a 29,81 °C. Sendo que a entalpia, quantidade de energia da reação, foi de 37,0 J/g.

Gráfico 04 – Teste de DSC para verificar a absorção dos PCM 's:

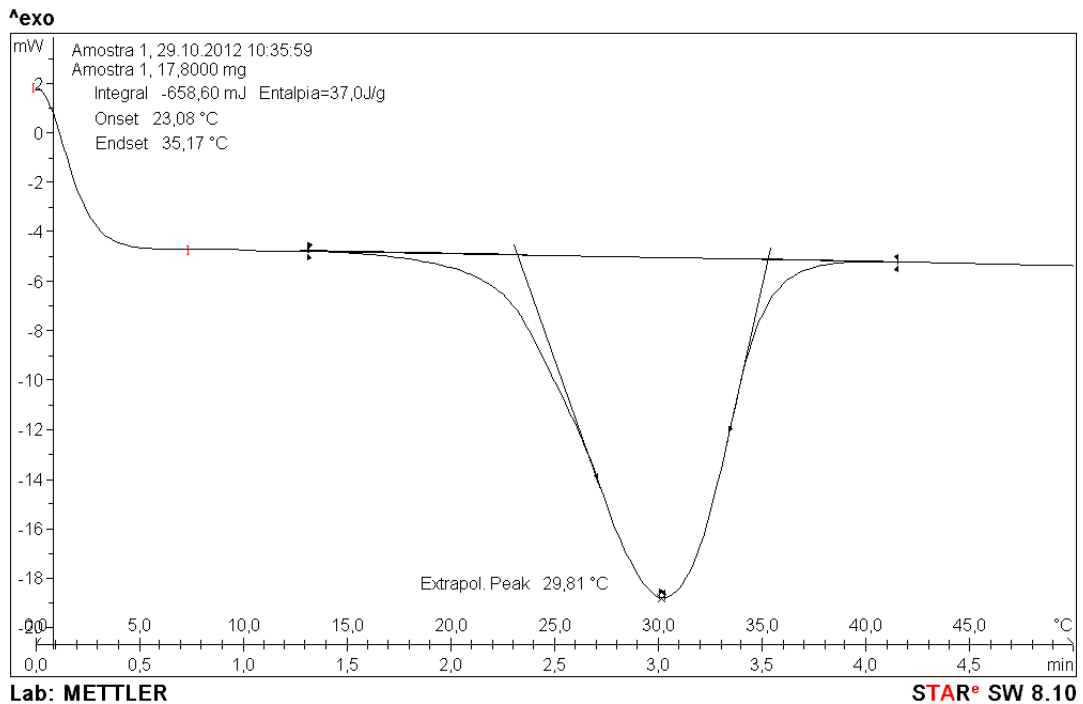


Gráfico 04 - Teste de DSC para verificar a absorção dos PCM 's.

Após a impregnação faz-se necessário realizar novamente o teste no DSC. Sendo que mais uma vez fez-se necessário somente uma pequena amostra do têxtil. O teste foi positivo quanto a absorção de PCM 's, sendo que observando o gráfico 05 é possível verificar que os PCM 's começam a reagir em 22,37 °C (*onset*), ou seja, mudam de sólido para líquido absorvendo energia, e em 33,21°C (*endset*) mudam de líquido para sólido libertando energia. O pico se dá a 29,22 °C. Sendo que a entalpia, quantidade de energia da reação, foi de 12,5 J/g.

Gráfico 05 - Teste de DSC para verificar a absorção dos PCM's:

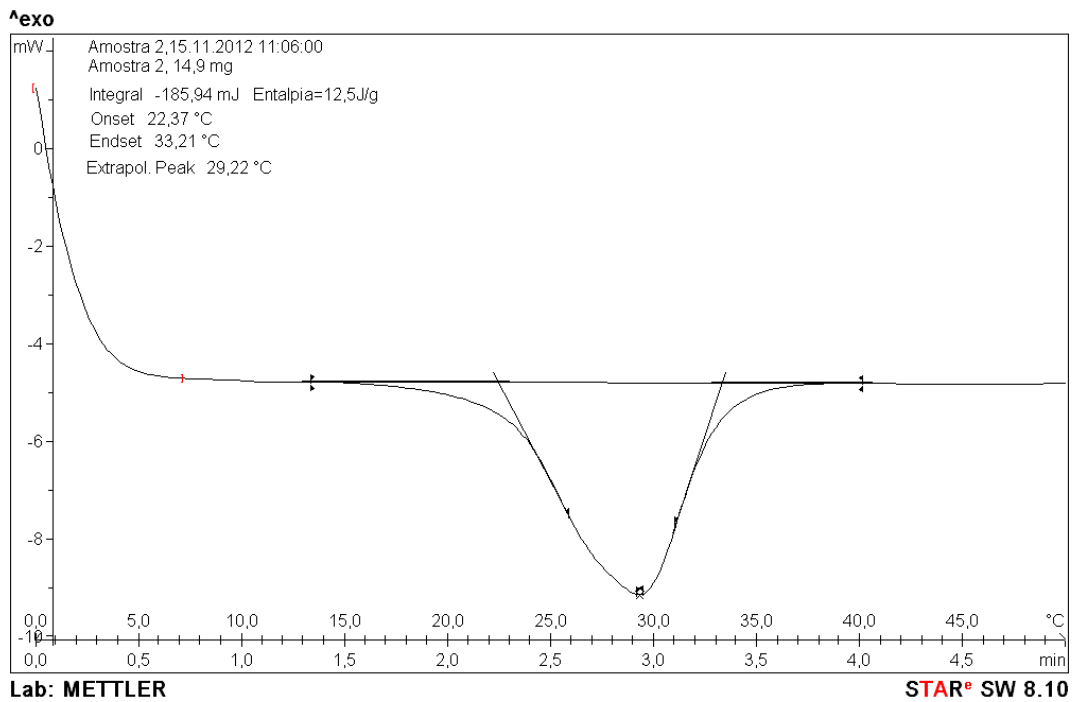


Gráfico 05 - Teste de DSC para verificar a absorção dos PCM's:

Com o segundo teste concluído, pode-se observar pela entalpia que houve uma perda significativa de PCM's após o processo de impregnação porém, restou uma quantidade significativa que atua em condições semelhante quando realizado no mesmo teste, não chegando a variar nem um grau de temperatura de diferença em *onset* e *endset*, nem no pico de energia.

4.5 - Etapa 05: Impregnação com resina

- Impregnação com resina de poliéster

Anteriormente a realização da impregnação com o material pretendido, foi necessário a realização de um teste onde foi agregado a um têxtil um LED para ser impregnado e assim saber se este seria ou não comprometido pelo processo. A impregnação foi realizada na Universidade do Minho. Sendo que o resultado foi satisfatório, podendo-se então visionar bons resultados com o material pretendido.

A impregnação foi feita com material têxtil base, um *spacer* de poliéster, foi aplicado uma resina insaturada de mesmo material, o poliéster, Poliplast R96.02. Podendo-se observar suas propriedades na tabela 07.

Tabela 07 - Propriedades da resina de poliéster:

Propriedades	Valores
Densidade (g/cm ³)	1.21
Módulo de elasticidade (GPa)	3.8
Resistência à tração (MPa)	45
Módulo de flexão (GPa)	2.9
Resistência à flexão (MPa)	45
Absorção de água após 24 horas à 23°C (pbw)	0.29

Tabela 07 - Propriedades da resina de poliéster. (fonte: Velosa et al. 2011)

A moldagem por transferência de resina assistida por vácuo (VARTM) é uma técnica muito popular para realizar a impregnação. Possui diversas vantagens, como tem baixo impacto ambiental e baixo custo de fabricação (Velosa, *et al.* 2011). A técnica a ser empregada para realizar a impregnação foi desenvolvida na Universidade do Minho (patente PCT/PT2011/000027) e trata-se da VARTM modificada. Onde as faces do *Spacer* são impregnadas mas sem preencher o espaço no núcleo, pois assim, pode-se obter um painel mais leve.

A resina é infundida no *Spacer*, sendo que é inserida na direção da teia. O vácuo é empregado para que a infusão de resina chegue a 80 kPa (quilopascal).

Como o *spacer* com PCM's possui dimensões menores que o têxtil eletrônico torna-se necessário realizar duas impregnações conjuntamente. O têxtil eletrônico deve ser impregnado com um *spacer* sem PCM's, mas com as mesmas dimensões, e o *spacer* com PCM's impregnado sozinho (figuras 46 e 47).

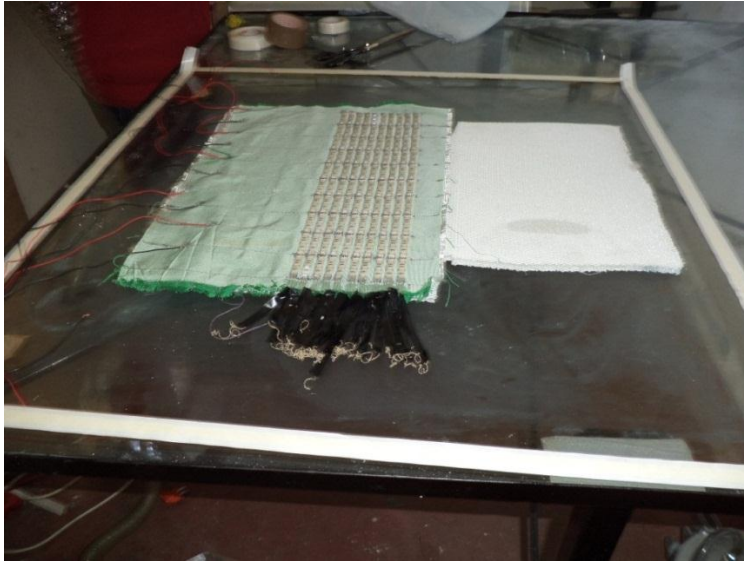


Fig.46 - Preparação dos têxteis para impregnação. (fonte: própria autora)

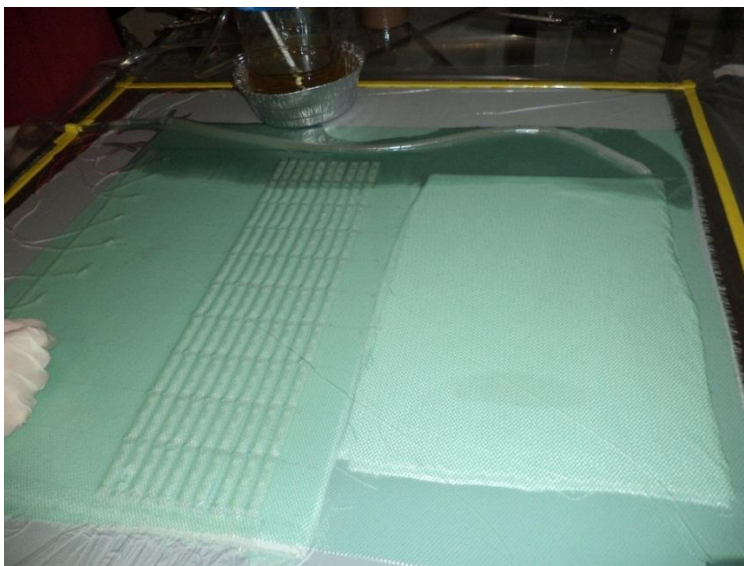


Fig.47 - Impregnação dos dois têxteis. (fonte: própria autora)

Para que fosse possível impregnar faz-se necessário proteger previamente os fios condutores que estavam sem proteção com uma fita isolante, a fim de que não sejam deteriorados com a adição da resina, como é possível ver na imagem 48 abaixo.



Fig.48 - Fios condutores protegidos com fita isolante. (fonte: própria autora)

O têxtil eletrônico foi unido sobreposto ao *spacer* na impregnação. Para manter a espessura do *spacer* faz-se necessário, após a inclusão total da resina durante o processo de impregnação, abrir o plástico que estava fechado a vácuo. Após a cura obteve-se a espessura desejada, mas a resina não aderiu bem à camada superior do têxtil eletrônico.

4.6 - Etapa 06: Caracterização dos materiais.

- Permeabilidade ao ar

Realizaram-se testes de acordo com a ISO 9237:1995 utilizando o equipamento TEXTTEST FX 3300, com três amostras (8, 15 e 22mm) submetidas a padrões atmosféricos de 22 ± 2 °C e RH $70 \pm$ % nas 24 horas antes do teste. Conforme os resultados, a amostra com menor espessura, 8mm, demonstrou ser mais permeável ao ar sendo portanto mais favorável a impregnação. O gráfico 06 apresenta os resultados obtidos. (Velosa et al. 2011).

Gráfico 06 - Permeabilidade ao ar dos painéis compósitos:

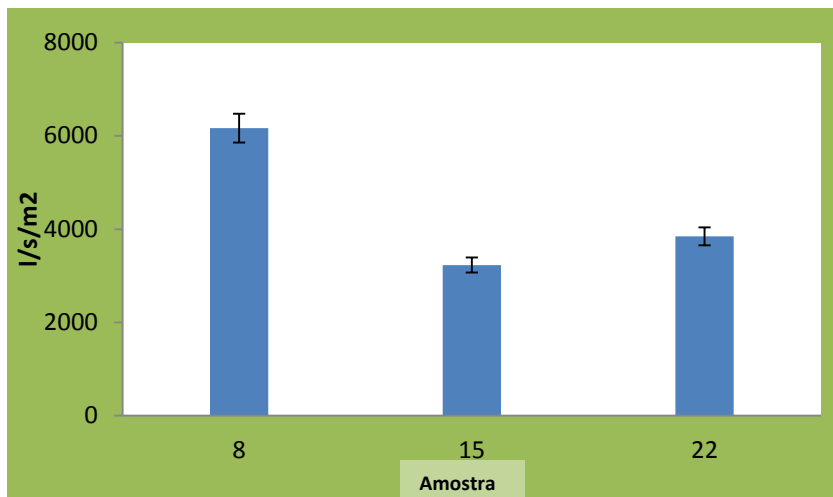


Gráfico 06 - Permeabilidade ao ar dos painéis compósitos. (fonte: Velosa et al. 2011)

- Propriedades de impacto dos painéis compósitos

Os gráficos 08, 09, 10 e 11 são referentes às propriedades de impacto, pico de força, pico de energia, força de rutura e energia de rutura para as amostras 1 = a (8mm), 2 = b (15mm) e 3 = c (22mm). Os resultados demonstram que o painel mais espesso tem os maiores picos de força, picos de energia, força de rutura e energia de rutura, sendo que a área danificada nesse painel é maior, e o painel 1 possui a área danificada mais concentrada. O painel 3 possui as propriedades de impacto com melhor desempenho devido à sua espessura, que absorve melhor a energia durante o impacto (Velosa et al. 2011).

De acordo com uma revendedora em Portugal de placas de gesso cartonado da marca Pladur, a Mesaco, a placa “quando submetida a um impacto de 2.5J, não apresenta nem ruptura nem fissuração e a marca deixada não poderá ter um diâmetro superior a 20mm”, de acordo com a UNE 102.023 (Anon., n.d. ^a).

Gráficos de Propriedades de impacto dos painéis compósitos:

Gráfico 07 - Pico de energia

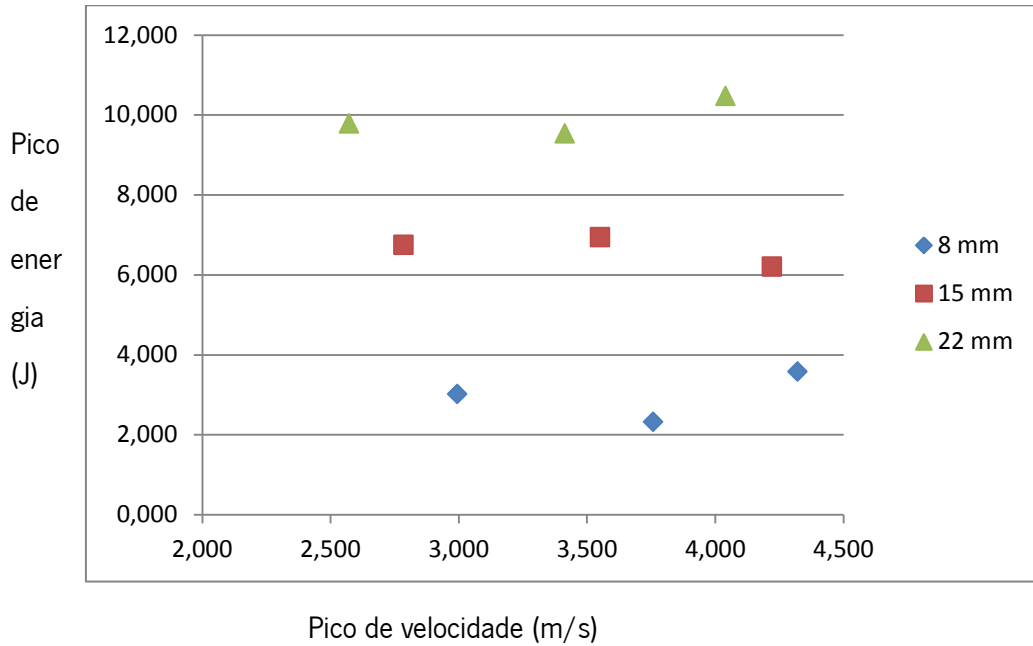


Gráfico 07 - Pico de energia. (fonte: Velosa et al. 2011)

Gráfico 08 - Energia de rompimento

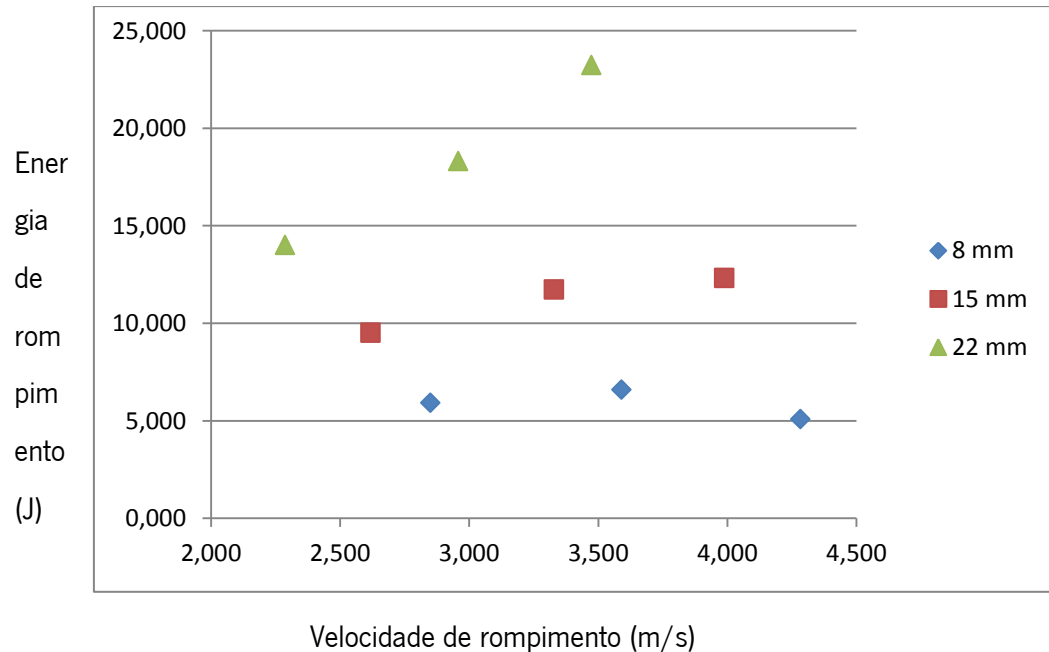


Gráfico 08 - Energia de rompimento. (fonte: Velosa et al. 2011)

Gráfico 09 - Pico de força

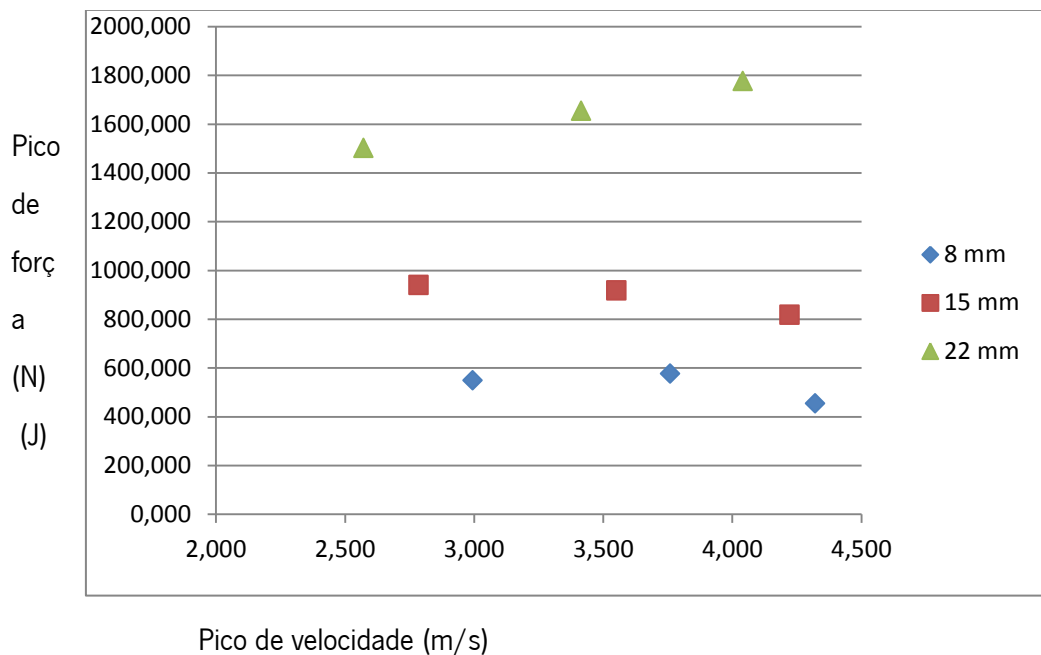


Gráfico 09 - Pico de força. (fonte: Velosa et al. 2011)

Gráfico 10 - Força de rompimento

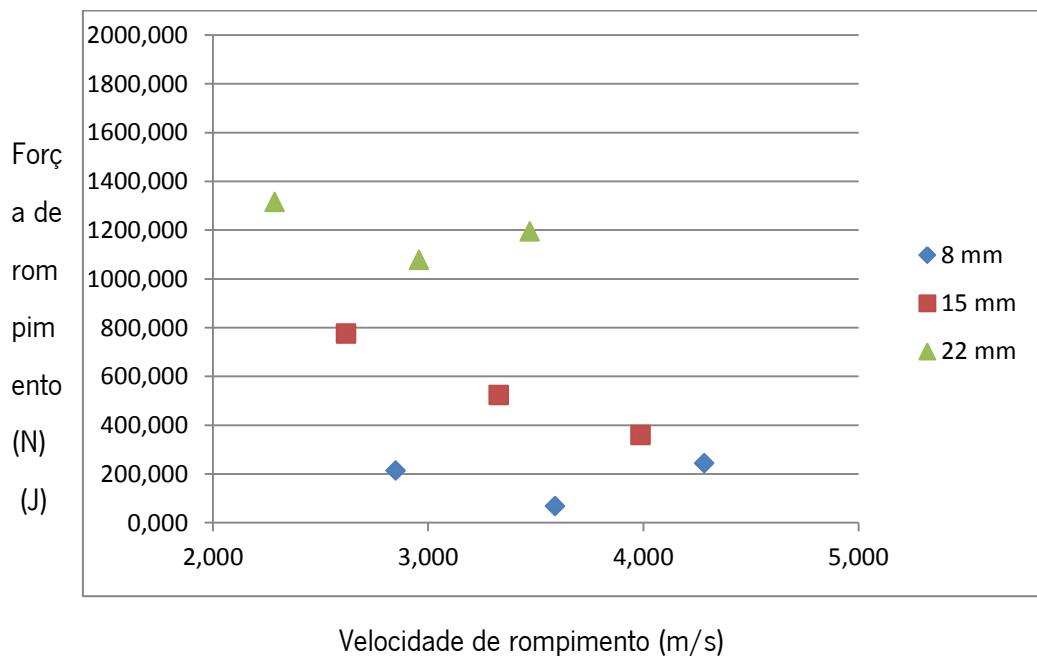


Gráfico 10 - Força de rompimento (fonte: Velosa et al. 2011)

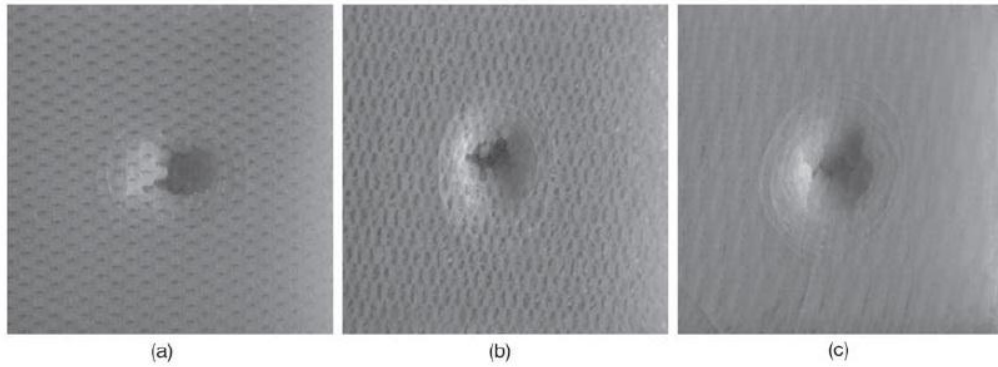


Fig. 49 - Área danificada depois do impacto dos painéis 1, 2 e 3, respectivamente. (fonte: Velosa et al. 2011)

- Teste de atenuação acústica

Ensaio relativamente à capacidade de isolamento sonoro são necessários de modo a se comparar com os painéis de gesso cartonado.

O ensaio consiste, em usar uma caixa com tratamento acústico, onde o *spacer* resinado é posto verticalmente, de modo que encaixe perfeitamente e compartimenta a caixa, conferindo o que se chama de posições (figura 50), com auxílio de sonómetros, é possível obter quanto passou de som de uma posição a outra.



Fig. 50 - Caixa para realizar o teste de atenuação acústica e marcação das posições. (fonte: foto realizada por André Alves)

Gráfico 11- Atenuação acústica pladur (1º e 2º posições):

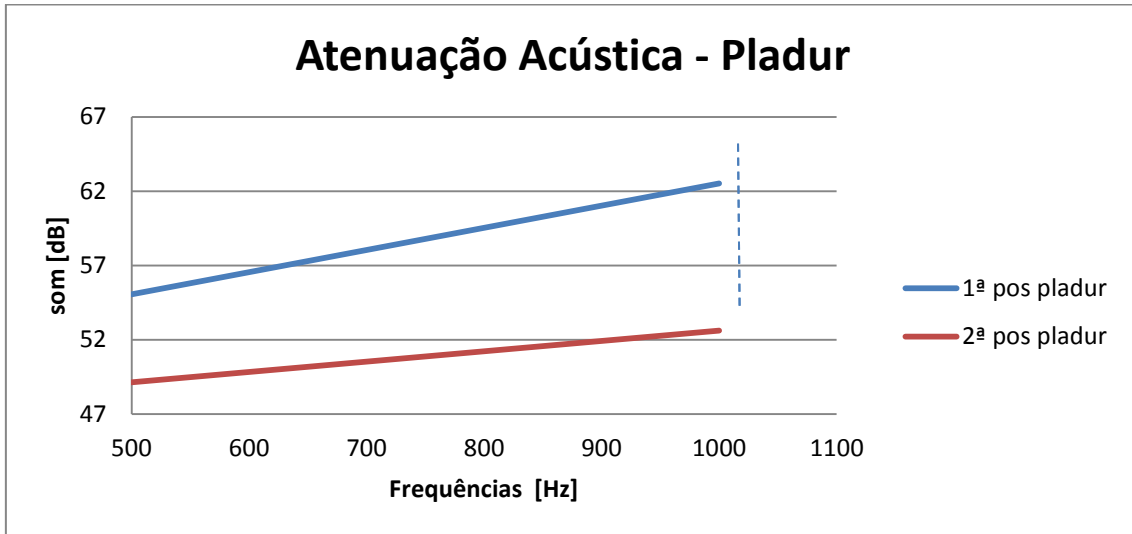


Gráfico 12 - Atenuação acústica pladur (1º e 2º posições).

Gráfico 12 - Atenuação acústica pladur (2º e 3º posições):

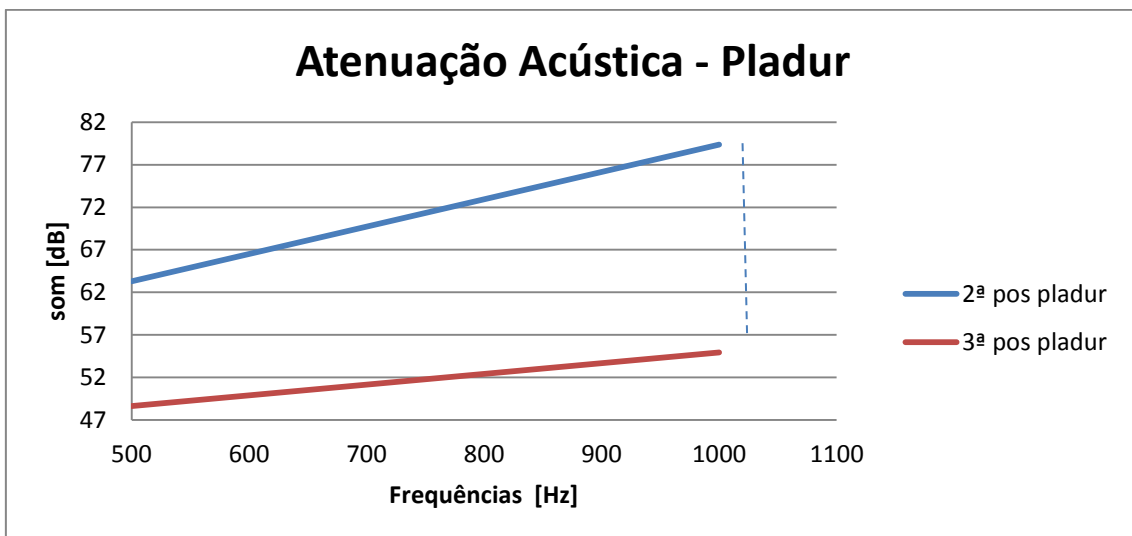


Gráfico 13 - Atenuação acústica pladur (2º e 3º posições).

Gráfico 13 - Atenuação acústica *Spacer* impregnado (1º e 2º posições):

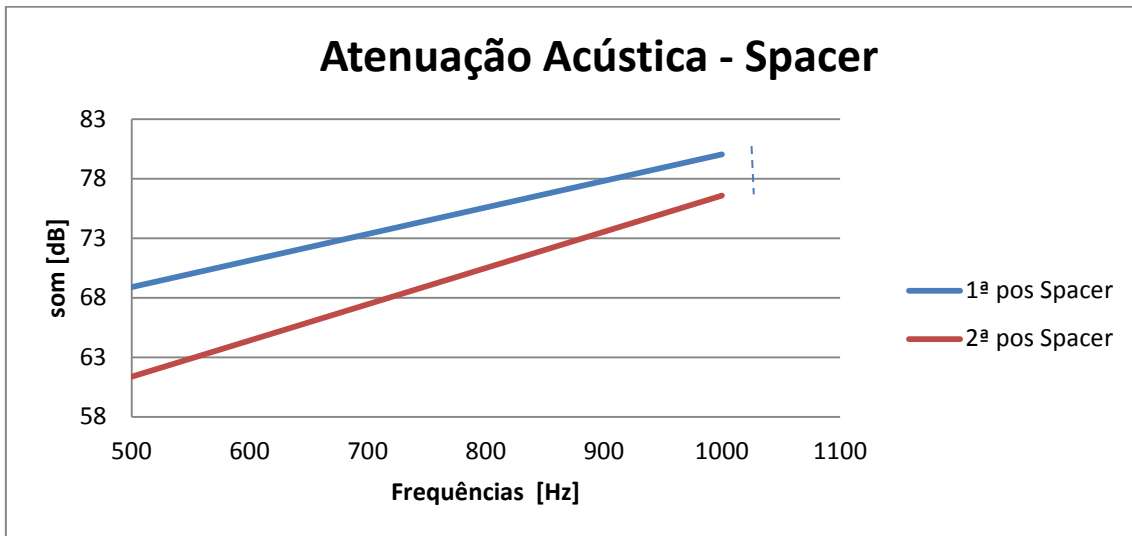


Gráfico 14 - Atenuação acústica *Spacer* impregnado (1º e 2º posições).

Gráfico 14 - Atenuação acústica *Spacer* impregnado (2º e 3º posições):

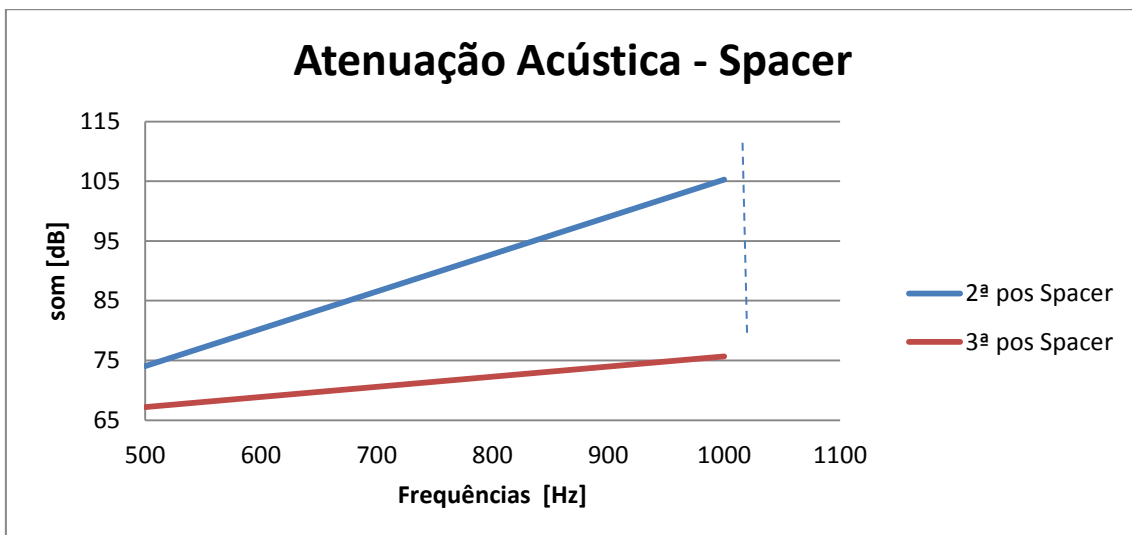


Gráfico 15 - Atenuação acústica *Spacer* impregnado (2º e 3º posições).

Os resultados dos testes podem ser observados na tabela 08.

Tabela 08 - Teste de atenuação acústica:

	Posição	Redução do som (dB)	Frequências (Hz)		Redução de Ruído (dB)		Espessura (mm)
			500	1000	500	1000	
dB range (60-120)	1º	Pladur	55,06	62,52	5,92	9,9	12,5
	2º		49,14	52,62			
dB range (40-100)	2º	Pladur	63,3	79,36	14,66	24,42	
	3º		48,64	54,94			
dB range (60-120)	1º	Spacer	68,9	80,04	7,52	3,46	
	2º	Impreg.	61,38	76,58			
dB range (40-100)	2º	Spacer	74,06	105,28	6,86	29,6	
	3º	Impreg	67,2	75,68			

Tabela 08 - Teste de atenuação acústica.

Após o ensaio de acústica feito foi possível afirmar que o comportamento do material é muito satisfatório, pois verifica-se que o mesmo possui uma espessura inferior, 9 mm, à do material comparado, 12,5mm. Sendo que o *spacer* impregnado tem melhores resultados quanto a acústica na frequência de 500 Hz, na 1º e 2º posições, e em 1000 Hz, nas 2º e 3º posições.

- Peso do painel (*Spacer* já impregnado)

Uma questão importante a ser considerada é quanto ao peso da placa impregnada. O peso por metro quadrado aproximado da placa impregnada, com espessura de 9 mm, é de 3,36 kg/m², enquanto a placa de gesso cartonado tipo N6,5, com 6,5 mm de espessura, da marca Pladur, tem o peso médio aproximado de 5,25kg/m² e a placa de gesso com espessura mais aproximada, de 9,5 mm, possui o peso médio aproximado de 9,7 kg/m² (Anon., n.d. *). A tabela que segue apresenta algumas das propriedades dos painéis de Gesso acartonado, marca Pladur, para compreender os resultados obtidos com a proposta formulada nesse trabalho.

Tabela 09 - Propriedades do painéis de Gesso acartonado, marca Pladur.

TIPO (denominación)	ESPESOR NOMINAL (mm.)	ANCHO ³⁾ (mm.)	BORDE ²⁾	PESO MEDIO APROX. (Kg/m ²)	RESISTENCIA A LA FLEXION ³⁾ (Carga de rotura en N)		REACCION AL FUEGO	RESIST. TERMICA m ² h°C/Kcal (m ² h°C/W)	LONGITUD ESTANDAR ⁴⁾ (m)
					LONGITUDINAL	TRANSVERSAL			
N - 6,5	6,5	1.200	BA	5,25	280 (310)	100 (110)	M - 1	0,041 (0,036)	2,6
N - 10	9,5	1.200	BA	7,7	400 (530)	160 (200)	M - 1	0,059 (0,053)	2,5/2,6/2,7/2,8/3,0
N - 13	12,5	1.200	BA	9,7	550 (690)	210 (260)	M - 1	0,078 (0,069)	2,0/2,4/2,5/2,6/ 2,7/2,8/3,0
N - 15	15	1.200	BA	11,7	650 (800)	255 (330)	M - 1	0,093 (0,083)	2,5/2,6/2,7/2,8/3,0
N - 19	19	1.200	BA	15,7	817 (950)	319 (500)	M - 1	0,118 (0,106)	2,5/2,6/3,0

Tabela 09 - Propriedades do painéis de Gesso acartonado, marca Pladur. (Fonte: Anon., n.d. *)

4.7 - Resultado produto acabado

O produto acabado, resultou em um painel para conformação de uma parede de vedação interior com característica de interação por luz com o utilizador.

A aplicação de PCM 's deu-se bem e mesmo posteriormente a impregnação com resina os mesmos se mantiveram no interior da placa, comprovado pelos testes feitos de DSC.

A união do têxtil base, o *spacer*, com o têxtil eletrônico foi satisfatório, porém a resina não impregnou perfeitamente. As partes eletrônicas não ficaram totalmente cobertas pela resina. (figura 51)

Como já foi referido, os testes de atenuação acústica foram satisfatórios para uma placa dessa espessura e depois da impregnação com resina a placa se demonstrou muito leve, 3,36 kg/m², representando um avanço muito grande se comparado a uma placa de gesso cartonado.



Fig. 51 – Produto acabado.(fonte: própria autora)

CAPÍTULO 05 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

“Acredito que as coisas podem ser feitas de outra maneira, que a arquitetura pode mudar a vida das pessoas e que vale a pena tentar.”

Zaha Hadid

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente trabalho visou, desde do princípio, a aplicação de têxteis inteligentes na Arquitetura de Interiores. Pois, essa área da Arquitetura foi identificada com grande potencial e ainda com poucos estudos sobre materiais inteligentes, principalmente quando se trata de materiais que organizam e compartilham os espaços internos.

Com o estudo aprofundado sobre as tecnologias inteligentes existentes e as aplicações quanto a materiais têxteis na Arquitetura foi possível observar que as aplicações de tais materiais ainda estão muito limitados a coberturas e fachadas. Sabe-se também que isso se dá pela escassez dos materiais no mercado e fornecedores que por fim os tornam muito caros. Mas ao mesmo tempo, já se percebe que há um interesse e uma boa aceitação de novos materiais, principalmente por questões ambientais. Questões que começam a ser uma preocupação de nível global e que afetam diretamente a forma do ser humano de habitar e consumir. Cada vez mais, faz sentido que se criem produtos amigáveis ao ambiente e contemplem o maior número de seres humanos possíveis, por esses fatores dentre outros, a inclusão de tecnologias inteligentes pode auxiliar para que isso aconteça.

A aplicação de têxteis no lugar de um material convencional traz maior leveza à construção sem que se perca aspetos importantes como resistência e durabilidade, fatores que já seriam de mais-valia, pois representariam uma considerável economia na obra como um todo, desde a fundação até tempo de instalação. Fora o fato de estes materiais serem totalmente maleáveis, o que representa total liberdade projetual. Com a aplicação de PCM's, materiais com mudança de fase, em têxteis que se destinem a ambientes interiores pode-se atingir uma melhoria quanto a sensação térmica, evitando as mudanças de temperaturas bruscas e o que poderá resultar numa diminuição do uso de ar condicionado e ou calefação, obtendo-se então a diminuição de consumo de energia elétrica e ou gás.

Os PCM's foram aplicados no *spacer* e resistiram mesmo após a impregnação com resina (necessária para dar rigidez ao painel). Demonstrando-se ativos no teste de DSC feito posteriormente à impregnação. Ao ficarem retidos no interior do têxtil não correm o risco de desgastar facilmente, levando-se a crer que irão perdurar por muito tempo.

Outra parte do projeto deu-se após pesquisas sobre a automação residencial, a domótica, que com o passar do tempo está-se a tornar cada vez mais acessível e mais desejável. O estudo da inserção de um têxtil eletrônico partiu dessa premissa, a casa já pode ser

comandada virtualmente, som, luz, eletrodomésticos em geral. Porque não o padrão da sua parede? Quando se pensa na Arquitetura inclusiva, não é pensar que todos os seres humanos são iguais, mas que se deve atender ao maior número de pessoas possíveis. Isto é, Arquitetura ou Design adequado, é aquele que se adequa às nossas necessidades. Mas onde estaria a individualidade? A individualidade estaria no fato de o usuário poder interagir através da luz, com um painel que forma um padrão pela luz. O padrão se dá de acordo com o usuário, é este que o cria, sendo que tal padrão ajusta-se ao reconhecer o usuário e adequa-se conforme as predileções do mesmo. É possível, por exemplo, pela identificação do telemóvel ativar as predileções do usuário quando este entra no ambiente e com a deteção de movimento/presença de um individuo qualquer no resto do dia pode-se ter um “padrão” que é ativado mas pode não vir a ser o mesmo padrão do usuário, caso o “dono”, assim o desejasse.

A aplicação dessa tecnologia também vem a auxiliar na economia de energia, uma vez que só se ativa na presença do usuário ou movimento/presença. Evitando-se o desperdício de energia, como por exemplo o esquecimento de luzes acesas em um ambiente inativo. Paralelamente é também inclusiva, quando se pensa numa pessoa com as capacidades motoras restringidas, como um idoso, ao levantar da cama poderia ativar as luzes sem ter que mover-se muito, o que lhe traria uma melhoria na qualidade de vida e facilitaria na sua independência.

O painel foi realizado em um tempo muito curto e sem grandes recursos, mas mesmo assim foram obtidos bons resultados. Não foi possível o emprego de um têxtil tridimensional de fibra natural, como era desejável, por não haver no mercado e por falta de equipamento disponível dentro da universidade. Porém, ainda assim foi possível realizar um painel com matriz e reforço com mesmas matérias-primas, o poliéster, que permitem reciclagem.

Foram utilizados LEDs do tipo RGB em fita por ser de baixo custo, por isso o resultado estético e quanto a formação de padrões ficam limitados, pois são controlados de 3 em 3, porém foi possível obter resultados satisfatórios, pois funcionaram perfeitamente sob controlo de um telemóvel, com controlo de cor e formando padrões simples o que era um dos principais objetivos pretendidos.

É importante ressaltar que o painel que foi desenvolvido nesse trabalho quando comparado a placa de gesso cartonado teve melhor desempenho em quase todos os quesitos testados, é mais leve, mais resistente, e com um isolamento acústico semelhante. É possível mencionar que foi em alguns aspetos além do painel em gesso cartonado, pois o painel aqui desenvolvido tem a possibilidade de ser reciclado, por exemplo.

Como perspectivas futuras, com a continuação das pesquisas dever-se-á produzir novos protótipos com outros materiais, empregando-se fibras naturais, outras espessuras de têxteis tridimensionais e outras estruturas, por exemplo. A fim de confirmar as vantagens de emprego desses materiais quando comparados aos convencionais. Buscando também ampliar o emprego dos mesmos, como por exemplo para forros.

A inclusão de resinas biodegradáveis também é desejável, em pesquisa já referida, sabe-se que a construção civil é responsável pela maior parte do lixo que vai para os aterros sanitários, pelo que a obtenção de materiais compostáveis é mais que desejável. Sabe-se ainda, que mesmo com a crescimento da reciclagem, esta é ainda insuficiente para a produção diária de lixo.

O emprego de outros LEDs ou o estudo de outros emissores de luzes bem como a sua inserção nos têxteis é outro caminho a ser percorrido. Descobrir formas de se aliar a estética e função sem que uma saia prejudicada. Espera-se que nos próximos anos essas tecnologias se tornem mais acessíveis e que sejam cada vez mais estimulados estudos sobre a aplicação das mesmas em áreas ainda pouco exploradas como Arquitetura de Interiores e construção civil em geral.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M & Carvalho, H & Catarino, A & Rocha, A 2007. *Integration and embedding of vital signs sensors and other devices into textiles*. International Conference and Exhibition on Healthcare & Medical Textiles (the medtex07), Bolton.
- Adanur, S 2001. *Handbook of Weaving*. Ed. Sulzer, CRC press. Estados Unidos.
- Agis, A & Gouveia, J & Vaz, P 2001. *Vestindo o futuro*, ed. Apim, Porto.
- Aitkenhead, D 2001. **Lily Cole: We can buy less and pay more**. Jornal The Guardian. [online]. Disponível no site: <http://www.guardian.co.uk/lifeandstyle/2011/mar/21/lily-cole-supermodel-fashion-ethical>, [acesso online, dia 10 de outubro de 2011].
- Alecrim, E 2011. *Tecnologia Bluetooth*. [online]. Disponível no site: <http://www.infowester.com/bluetooth.php> [acesso online dia 25 de setembro de 2012].
- Alves, J 1999. *Fiar e tecer - uma perspectiva histórica da indústria têxtil a partir do vale do Ave*. Vila Nova de Famalicão: Câmara Municipal.
- Alves, J 2002. *O Trabalho do Linho - Património e Indústria no Vale do Ave*, p. 292-299, Património e Indústria no Vale do Ave. Vila Nova de Famalicão: Adrave.
- Alves, G & Raphaelli, N & Fangueiro, R 2006. *Desenvolvimento sustentável na indústria têxtil: estudo de propriedades e características das malhas produzidas com fibras biodegradáveis*, XXII CTT, 25-29 de julho de 2006, Recife. [online]. Disponível no site: www.nds.ufrgs.br/admin/documento/arquivos/FibrasBiodegradaveis.pdf [acesso online dia 29 de junho de 2012].
- Anon., 1988. *Grandes Idéias: Os tecidos sintéticos*. Revista Super Interessante. Março de 1988. Ed. Abril. Brasil. [online]. Disponível no site:

<http://super.abril.com.br/cotidiano/tecidos-sinteticos-438513.shtml> [acesso online dia 20 de outubro de 2012].

- Anon. 2011. *Parede*. [online]. Disponível no site: <http://www.drywall.org.br/index1.php/7/parede> [acesso online, dia 05 de julho de 2012].

- Anon.¹ 2011. *Chapas*. [online]. Disponível no site: <http://www.drywall.org.br/index1.php/12/chapas> [acesso online, dia 05 de julho de 2012].

- Anon. 2012. *Fraunhofer in Action: Micronal@*. [online]. Disponível no site: <http://cse.fraunhofer.org/range-of-services/case-studies/case-studies-phase-change-materials/> [acesso online, dia 12 de junho de 2012].

- Anon.,nd. *Poliéster*. [online]. Disponível no site: <http://www.educared.org/global/anavegar4/comunes/premiados/E/167/paginapoliester.htm> [acesso online dia 10 de novembro de 2012].

- Anon¹. N.d. *Sisal*. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do estado da Bahia. [online]. Disponível no site: <http://www.seagri.ba.gov.br/Sisal.htm>, [acesso online, dia 26 de junho de 2012].

- Anon². n.d. *Entenda o poder do LED*. [online]. Disponível no site: http://www.utiluz.com/entenda_o_led.php [acessado dia 25 de junho de 2012].

- Anon³. N.d. *Arduino*. [online]. Disponível no site: <http://www.arduino.cc/>, [acesso online, dia 17 de julho de 2012].

- Anon., n.d. ^a. *Características Técnicas*. [online]. Disponível no site: http://mesaco.lda.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=64&limitstart=2 [acesso online, dia 17 de julho de 2012].

- Anon., n.d. *. *Lista e características dos materiais Pladur*. [online]. Disponível no site: http://mesaco.lida.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=66 [acesso online, dia 17 de julho de 2012].
- Araújo, P & Salvado, R 2010. *SmartVest: Integrating clothing with domotics, health care and information technologies*. CISTI'2010 - 5ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, Santiago de Compostela, Espanha.
- Araújo, M & Castro, E 1986. *Manual de Engenharia Têxtil*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Badawi, S 2007. *Development of the weaving machine 3D woven spacer fabric structures for light weight composites materials*. Tese de doutoramento em Engenharia Mecânica, Technischen Universität Dresden, Dresden.
- Banham, R 1992. *Theory and design in the first machine age*. Ed. The Butterworth Architecture, 2ª edição, Oxford.
- Bentes, C 2002. *Paredes divisórias de painéis leves*. Monografia Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Birdair, 2011. [online]. Disponível no site: <http://www.birdair.com/>, [acesso online dia 17 de outubro de 2011].
- BCC research, 2011. [online]. Disponível no site: <http://www.bccresearch.com/report/AVM050B.html>, [acesso online dia 15 de outubro de 2011].
- Bragança, L & Mateus, R & Gouveia, M 2011. *Construção sustentável: o novo paradigma do setor da construção*. Seminário Paredes divisórias: Passado, presente e futuro. Porto.

- Bretano, L 2011. *Tecnologias da casa do futuro se tornam itens básicos de prédios*. [online]. Disponível no site: <http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2011/04/tecnologias-da-casa-do-futuro-se-tornam-itens-basicos-de-predios.html> [acesso online dia 12 de outubro de 2011].

- Bustamente, R 2002. *Otimização de painéis sanduiche utilizando o método de recozimento simulado*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Mecânica Espacial e Controle, INPE, São José dos Campos.

- Caraschi, J & Ramos, U & Leão, A 2002. *Compósitos biodegradáveis de polihidroxibutirato (PHB) reforçado com farinha de madeira: propriedades e degradação*. Acta Scientiarum, v. 24, n. 6, p. 1609-1614, Maringá. [online]. Disponível no site: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/2475/1555> [acesso online dia 28 de junho de 2012].

-Carneiro, R , Flores, A , Quevedo, S, Ulbricht, V, Vanzin, T 2009. *O novo consumidor na sociedade do conhecimento*. Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS), São Paulo.

-Carmo, C & Ludescher, N & Vergilio, R & Razza, B 2011. *O envelhecimento e o design universal*. IV CIPED, Lisboa.

- Carter, K 2008. *Why the fast fashion is so last season*. Jornal The Guardian. [online]. Disponível no site: <http://www.guardian.co.uk/lifeandstyle/2008/jul/23/ethicalfashion.fashion?INTCMP=SRCH>, [acesso online, dia 10 de outubro de 2011].

- Carvalho, L 2011. *A casa do futuro se adaptará ao dono*. Revista Exame, Ed. Abril, [online]. Disponível no site: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/inovacao/noticias/casa-do-futuro-se-adaptara-ao-dono> [acesso online dia 20 de novembro de 2011].

- Cavalcanti, C, Furtado, A, Stahel, A, Ribeiro, A, Mendes, A, Sekiguchi, C, Maimon, D, Posey, D, Pires, E, Brüseke, F, Rohde, G, Mammana, G, Leis, H, Acselrad, H, Medeiros, J,

D'Amato, J, Leonardi, M, Tolmasquim, M, Sevá Filho, Q, Stroh, P, Freire, P, May, P, Diniz, R, Magalhães, A 1994. *DESENVOLVIMENTO E NATUREZA: Estudos para uma sociedade sustentável*. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife. Outubro .p. 262. [online]. Disponível no site: <http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rtf> [acesso online dia 15 de março de 2011].

-Cavalcanti, E 1995. *Revolução da informação: algumas reflexões*. Caderno de pesquisas em Administração, 1º Vol, n1º, São Paulo.

- Ciarlini, A & Pinto, D & Osório, A 2001. *Gesso, tecnologia que reduz cargas e custos na construção civil*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba.

- Círico L & Feiber, F & Platchek, S 2006. *ARQUITETURA FLEXÍVEL: Soluções de projeto para flexibilizar espaços*. In: Encontro Científico Cultural Interinstitucional FAG/FAQ/DOM BOSCO, 4., Cascavel.

-Chaves, L 2009. *An overview of design for sustainability*. Proceedings of the 2nd International Symposium on Sustainable Design (II ISSD), Brazil Network on Sustainable Design – RBDS, São Paulo, ISSN 2176-2384.

- Clevertex 2005. *Development of a strategic Master Plan for the transformation of the traditional textile and clothing into a knowledge driven industrial sector by 2015*. [online]. Disponível no site:<http://www.clevertex.net>, [acesso online dia 03 de outubro de 2011].

-Collares, J 2005, *Exoesqueletos primogênitos Le Corbusier e o Palácio dos Soviets*, Arqtextos- UFRGS, [online]. Disponível no site: http://www.ufrgs.br/propar/domino/2005_01/txt05_2005_01.htm [acesso online dia 15 de setembro de 2011].

- Colchester, C 1996. *New Textiles*. Ed. Thames and Hudson, Londres.

- Comas, E 2006. *Casa unifamiliar e tradição moderna*. Revista AU, vol. 148, julho de 2006 São Paulo.

- Coutinho, B, Miranda, G, Sampaio, G, De Souza, L, Santana, W, Coutinho, H 2004. *A importância e as vantagens do polihidroxibutirato (plástico biodegradável)*. Ano 20, Holos. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do Rio Grande do Norte. [online]. <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/49/53> [acesso online dia 25 de setembro de 2011].

- Sousa, J 2006. *Decreto-lei nº 64/90*. Diário da república, número 67. [online]. Disponível no site: <http://dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24682513.pdf> [acesso online dia 10 de agosto de 2012].

- Sousa, J 2006. *Decreto-lei nº 40/90*. Diário da república, número 67. [online]. Disponível no site: <http://dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24682513.pdf> [acesso online dia 10 de agosto de 2012].

- Doyen, W & Mues, W.& Molenberghs, B & Cobben, B 2008. *Spacer fabric supported flat-sheet membranes: A new era of flat-sheet membrane technology*. 12th Aachener Membrane Kolloquium, Aachen, Germany.

- Duke, J 1983. *Manual de culturas energéticas*. Purdue University. [online]. Disponível no site: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/default.html> [acesso online dia 29 de junho de 2012].

- Embrapa, n.d. *Cultivo do sisal*. [online]. Disponível no site: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sisal/CultivodoSisal/index.html>, [acesso online dia 29 de junho de 2012].

- Embrapol, n.d. *Resina Poliéster*. [online]. Disponível no site: <http://www.embrapol.com.br/resina.htm> [acesso online dia 20 de outubro de 2012].

- Falcão, C & Soares, M 2011. *A integração das diferentes disciplinas na análise do ambiente construído*. IV CIPED, Lisboa.

- Falcão, C & Villarouco, V & Soares, M 2009. *Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído: estudo de caso em uma biblioteca universitária*. Revista Ação Ergonômica, vol. 4, nº1, out/2009. P. 5-25.[online]. Disponível no site: <http://acaoergonomica.ergonomia.ufrj.br> [acesso online dia 15 de setembro de 2011].

- Faria, J 1996. *Divisórias leves prefabricadas concepção e avaliação da viabilidade de um sistema realizado com base em madeira e derivados*. Tese de doutoramento em Engenharia. Universidade do Porto, Porto.

- Fachine, G 2010. *A era dos polímeros biodegradáveis*. Revista Plástico Moderno, Edição nº423 - Janeiro de 2010. [online]. Disponível no site: <http://www.plastico.com.br> [acesso online dia 28 de junho de 2011].

-Ferreira, J 2010. *Aceitação e prontidão do consumidor para produtos de alta tecnologia: elaboração e teste empírico de modelos CART para adoção de alta tecnologia*. Tese de doutoramento em Administração, Instituto COOPEAD de Administração- RJ, Rio de Janeiro.

-Frost & Sullivan, 2011. [online]. Disponível no site: <http://www.frost.com/prod/servlet/frost-home.pag> [acesso online dia 25 de novembro de 2011].

- FTL solar, 2011. [online]. Disponível no site: <http://www.ftlsolar.com> [acesso online dia 17 de outubro de 2011].

-Giongo, M & Bolaños, A & Batista, V 2011. *Design Inclusivo: Uma nova cultura para o design e a sociedade*. IV CIPED, Lisboa.

-Hicks, T & Thomsen, M 2008. *To knit a wall, knit as a matrix for composite materials for Architecture*. Ambience 2008, Suíça.

- Horrocks, A & Anand, S 2000. *Handbook of technical textiles*. Ed.Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute Abington Hall, Abington.

- Junior, O 2009. *Aplicação de tramas de fibras de pupunheira (Bactris Gasipaes, H.B.K.) em compósitos híbridos com fibra de vidro em matriz de resina de poliéster insaturado*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos da Universidade da Região de Joinville, Joinville.

- Kalache, A & Veras, R & Ramos, L 1987. *O envelhecimento da população mundial. Um desafio novo*. Revista Saúde Pública, vol.21, no.3, June 1987, São Paulo.

- Karana, E & Kandachar, P 2006. *'Smart surrounding': A new era for communication and information technologies*. 1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference Built Environment & Information Technologies, Ankara.

-Klassen, F 2006. *From the Bazaar to Space Architecture: Reshape the human habitat*. *Textile: Journal of Cloth and Culture*. V.4. Issue 3, p.256-269.

- Koberg, D & Bagnall, J 1974. *The universal traveler: a soft-systems guide to creativity, problem-solving, and the process of design*. 3ª edição. Ed. W.Kaufmann. Califórnia.

- Kolarevic, B & Malkawi, A 2005. *Performative Architecture. Beyond Instrumentality*. Ed. Spon Press, Nova Iorque.

- Kuusisto, T 2010. *Textile in Architecture*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Tampere University of Technology, Finlândia. [online]. Disponível no site: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6619/kuusisto.pdf?sequence=3> , [acesso online, dia 10 de outubro de 2011].

- Laschuk, T 2008. *Aplicação de Têxteis Inteligentes a Produtos de Design de Moda*. Dissertação de Mestrado em Design e Marketing, Universidade do Minho, Guimarães.

-Lipovetsky, G & Serroy, J 2010. *A cultura-mundo resposta a uma sociedade desorientada*. Ed. 70, Lisboa.

- Leal, R 2011. *Viva na casa do futuro hoje*. Revista Exame Info, Ed. Abril, [online]. Disponível no site: <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologia-pessoal/viva-na-casa-do-futuro-hoje-17012011-2.shl>, [acesso online, dia 10 de outubro de 2011].

- Maria, L & Nunes, G 2011. *Eficiência energética de edifícios: Contributo dos PCMs e Parede Trombe*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, Aveiro.

- Marinelli, A, Monteiro, M, Ambrósio, J, Branciforti, M, Kobayashi, M, Nobre, A 2008. *Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: uma contribuição para a sustentabilidade Amazônica*. Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, nº 2, p. 92-99, São Carlos, ISSN 0104-1428. [online]. Disponível no site: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/470/47015845005.pdf> [acesso online dia 28 de junho de 2011].

- Martins, N 2005. *Sistemas Microcontrolados*. Ed. Novatec, Brasil.

- Martin, J 2007. *Los Tejidos inteligentes y El desarrollo tecnológico de La industria têxtil*. Revista Técnica Industrial, março- abril de 2007, [online]. Disponível no site: WWW.tecnicaindustrial.es [acessado dia 25 de janeiro de 2011].

- Martins, F 2011. *Design de produtos em biopolímeros: objetos emergentes*. Dissertação de Mestrado em Design de Produto, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

- Mazzaroppi, M 2007. *Sensores de movimento e presença*. Monografia para obtenção de grau em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio, Escola Politécnica, Rio de Janeiro.

- Medeiros, H 2009. *Casa do futuro*. Revista Techné, ed. Pini, vol. 143, São Paulo.
- Mendonça, P 1997. *Aplicações inteligentes dos têxteis na Arquitetura*. Dissertação de Mestrado em Design e Marketing, Universidade do Minho, Guimarães.
- Mendonça, P & Macieira, M 2011. *Divisórias leves em climas temperados*. Seminário Paredes divisórias: Passado, presente e futuro. Porto.
- Merino, F 2009. *Definição dos Têxteis do Futuro. Do Técnico ao Inteligente*. Revista Vestir, nº 68, Ed. Civec, Lisboa, Portugal.
- Mezzadri, A 2011. *Aplicações de led no cotidiano: Um estudo comparativo. 6º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais*. [online]. Disponível no site: http://aeapg.cescage.com.br/6eetcg/apresentador/artigo/60017_1.DOC [acesso online dia 30 de setembro de 2012].
- Mondal, S 2007. *Phase change materials for smart textiles – An overview, Appl. Therm.* [online]. Disponível no site: http://www.emich.edu/public/coatings_research/smartcoatings/related_articles/phase_change.pdf [acesso online dia 20 de junho de 2012].
- Montenegro, H & Araújo, S 2012. *Sistema de iluminação dinâmica interativa para superfícies semirrígidas*. Projeto para unidade curricular de projeto II em Engenharia Eletrônica Industrial e Computadores, Universidade do Minho, Guimarães.
- Mossé, A 2010. *Energy-harvesting & Self-Actuated Textiles for the home:Designing with New Materials & Technologies*. DUCK Journal, Vol. 1, 2010.[online]. Disponível no site: <http://cita.karch.dk/globalsite.aspx?Preview=True&ObjectId=2D93A5DB-D7F6-47C0-8477-445FA420C93F> [acesso online dia 20 de junho de 2012].
- Moura, M & Morais, A & Magalhães, A 2005. *Materiais compósitos: materiais, fabrico e comportamento mecânico*. Ed. Publindústria, Porto.

- Neves, M 2011. *Método construtivo de vedação vertical interna com blocos de gesso*. Monografia de pós graduação em Engenharia Civil. Universidade de Pernambuco, Recife.

- Nunes, M 1997. *Desenvolvimento de novos produtos: uma abordagem metodológica do seu processo*. Provas de aptidão pedagógicas e capacidade científica. Universidade do Minho, Guimarães.

- Nunes, L 2011. *Eficiência energética de edifícios: contributo dos PCMs e parede trombe*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Aveiro, Aveiro.

- Nørstebø, 2003. *Intelligent Textiles, Soft Products*. Carl André Nørstebø, Department of Product Design, NTNU, Norwegian University of Science and Technology. [online]. Disponível no site: http://www.ivt.ntnu.no/ipd/docs/pd9_2003/Norstebo.pdf [acessado dia 27 de julho de 2012].

-O'Mahony, M 2011. *Advanced Textiles for Health and Wellbeing*. Ed. Thames & Hudson, London.

- Peters, E 2007. *Bluetooth*. [online]. Disponível no site: <http://www2.eletronica.org/artigos/eletronica-digital/bluetooth> [acesso online dia 25 de setembro de 2012].

- Pinto, K 2001. *Reciclagem de resíduos de materiais compósitos de matriz polimérica: Poliéster insaturado reforçado com fibra de vidro*. Dissertação Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais. Ipen autarquia associada à Universidade São Paulo, São Paulo.

- PNAEE 2008. *Plano nacional de ação para a eficiência energética*. Portugal. [online]. Disponível no site :http://intranet.ipleiria.pt/servicos/si/Ficheiros/guia_eficiencia_energetica.pdf [acesso online dia 10 de outubro de 2012].

- Rattner, H 1999. *Sustentabilidade: uma visão humanista*. Revista ambiente e sociedade, ano II, n°5, 2º semestre 1999, páginas 233-240, [online]. Disponível no site :

http://www.ici.ufba.br/twiki/bin/viewfile/PROGESP/ItemAcervo323?rev=&filename=livro_cepam-_o_papel_do_municipio.pdf [acesso online dia 15 de setembro de 2011].

- Ramires, C 2010. *Biocompósitos a partir de matrizes poliméricas baseadas em lignina, tanino e glixal reforçadas com fibras naturais*. Tese de Doutorado em Ciências, Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Carlos.

- Ribeiro, J 2004. *Edifícios inteligentes Domótica e Arquitetura Bioclimática*. Monografia de Engenharia Civil, Universidade Fernando Pessoa, Porto.

-Saltzman, A 2007. *El cuerpo diseñado: sobre la forma em el proyecto de la vestimenta*. Ed. Paidós, Buenos Aires.

- Sánchez, J 2006. *Têxteis inteligentes*. Revista Química Têxtil, vol. 82, março de 2006. ABQCT, Brasil. [online]. Disponível no site: http://www.abqct.com.br/revistas/pdf/QT_80.pdf [acesso online dia 28 de setembro de 2012].

- Sharma, A & Tyagi, V & Chen, C 2007. *Review on thermal energy storage with phase change materials and applications*. Elsevier. [online]. Disponível no site: www.sciencedirect.com [acesso online dia 25 de julho de 2012].

- Silva, R 2003. *Compósito de resina poliuretano derivado de óleo de mamona e fibras vegetais*. Tese de doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos.

- Silva, L 2009. *A casa móvel: da configuração portátil ao veículo autónomo*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Universidade do Minho, Guimarães.

-Silva, P 2011. *Habitação coletiva flexível "transformable architecture and design" na habitação colectiva*. IV CIPED, Lisboa.

- Silaex, 2011. Poliéster Insaturado. [online]. Disponível no site: <http://www.silaex.com.br/poli%C3%A9ster.htm>, [acesso online, dia 20 de julho de 2012].
- Sousa, C 2012. *Metodologia de desenvolvimento de novos produtos orientados para o mercado*. Dissertação de mestrado integrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade do Minho, Guimarães.
- Soutinho, H 2006. *Design Funcional de Vestuário Interior*. Dissertação de mestrado em Engenharia Têxtil (área de especialização Design e Marketing Têxtil) Universidade do Minho, Portugal.
- Soutinho, H 2006. *Design Funcional de Vestuário Interior*. Dissertação de mestrado em Engenharia Têxtil (área de especialização Design e Marketing Têxtil) Universidade do Minho, Portugal.
- Tao, X 2005. *Wearable electronics and photonics*. Ed. WP, England.
- Vasconcelos, C & Villarouco, V & Soares, M 2009. *Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído: estudo de caso em uma biblioteca*. Revista Ação Ergonômica, v. 4, n. 1, p. 5-25, out. Rio de Janeiro.
- Vasconcelo, et al. 2011. *Proposta de uma solução inovadora e eco-eficiente para paredes divisórias*. Seminário Paredes divisórias: Passado, presente e futuro. Porto.
- Velosa, J, Rana, S, Figueiro, R, Van Hattum, F, Soutinho, F, Marques, S, 2012. *Mechanical behavior of novel sandwich composite panels based on 3D-knitted spacer fabrics*. Journal of reinforced plastics & composites.
- Wan, E & Galembeck, E & Galembeck, F 2001. *Polímeros sintéticos*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Integra à linha editorial da Sociedade Brasileira de Química. [online]. <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/polimer.pdf>, [acesso online, dia 20 de julho de 2012].

- Wigley, M 1995. *Recycling Recycling*. Revista Interstices, vol. 04, Auckland.

- Wigglesworth, R 2010. *Architecture and Textiles*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Unitec Institute of Technology, Nova Zelândia.

- Wood, Z 2008. *"Slow fashion" is a must have... and not just for this season*. Jornal The Guardian. [online]. Disponível no site:
<http://www.guardian.co.uk/business/2008/aug/03/retail.fashion1>, [acesso online, dia 10 de outubro de 2011].

- World Health Organization 2005. *Envelhecimento ativo: uma política de saúde*. World Health Organization, tradução Suzana Gontijo, Organização Pan-Americana da Saúde, Brasília.

- Yip, J & Ng, S 2007. *Study of three-dimensional spacer fabrics: Physical and mechanical properties*. Elsevier. [online]. Disponível no site:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013607014033>, [acesso online, dia 05 de maio de 2012].

- Zafar, J 2008. *Recent and future developments in health care smart garments*, Pakistan textile Journal, Publicado em janeiro de 2008, Paquistão, [online]. Disponível no site:
www.ptj.com.pk [acesso online dia 25 de janeiro de 2012].

- Zatt, G 2010. *Fechamento de paredes de vedação: sistema light steel frame utilizando placas cimentícias*. Monografia para Engenharia Civil. UFRGS, Porto Alegre.

6.1 REFERÊNCIA IMAGENS INTERNET

- Vista lateral e de topo das duas faces de um têxtil tridimensional [imagem].2010. Acesso online dia 20 de fevereiro de 2012 em: http://specialtyfabricsreview.com/articles/0110_np4_spacer.html

- Volume de resíduos plásticos em um aterro sanitário [imagem]. 2011. Acesso online dia 29 de setembro de 2011 em: <http://www.agricolandianews.com/>