



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS TECNOLÓGICOS USANDO RESÍDUOS DE EXTRACÇÃO MINEIRA

André Rodrigues Ferreira

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

Orientador: Prof. Doutor Abílio Manuel Pereira da Silva

Covilhã, Outubro de 2010

Agradecimentos

Queria agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar quero agradecer ao orientador de esta dissertação Professor Doutor Abílio Manuel Pereira da Silva pelo constante incentivo, orientação, apoio e disponibilidade.

Ao Professor Doutor João Paulo de Castro Gomes, pela ajuda e colaboração no laboratório, relativamente a realização dos protótipos.

Ao Professor Doutor Jorge Alberto Durán Suárez da Universidade de Granada, Espanha pela bibliografia cedida e pelo apoio durante a campanha experimental realizada na Faculdade de Belas Artes, Departamento de Escultura, de Granada.

Ao Professor Doutor Rafael Peralbo Cano da Universidade de Granada, Espanha pelo aconselhamento interesse e apoio na realização de esta dissertação.

Ao departamento de Engenharia Electromecânica e ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade da Beira Interior por todo o apoio prestado na realização deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de casa por todo o apoio e ajuda ao longo destes anos de estudos.

Resumo

Pretende-se com este projecto promover a aplicação de resíduos de extracção mineira e propor soluções em forma de produtos tecnológicos (compósitos poliméricos), bem como explorar a textura e cor que o material por si só já apresenta na geração de produtos inovadores. Para além de assumir um carácter de sensibilização dos problemas ambientais que afectam o eco sistema, este projecto também pretende demonstrar a viabilidade enquanto oportunidade de negócio. Estas novas soluções possibilitarão o reaproveitamento dos resíduos, que estão depositados em escombreliras ao ar livre, provocando impacto visual negativo. Pretende-se ainda com este trabalho demonstrar a importância do design na inovação de produtos.

Palavras chave: Design e Inovação; Resíduos de extracção mineira; Compósitos poliméricos

Abstract

The goal of this project it is to promote the application of this material and propose solutions in the form of products as well as exploring the texture and color as the material itself is already showing in the generation of products. Apart from taking a character to raise awareness of environmental problems affecting the ecosystem, this project also aims to demonstrate the feasibility as a business opportunity. These new solutions will enable the reuse of waste that are deposited in heaps in the open air, causing negative environment and visual impact. It is also intended to emphasize the importance of design innovation in development of products.

Keywords : Design and Innovation; Wastes of mining; Polymeric composites

Índice geral

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
Índice geral	v
Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	x
Motivação e Objectivos	11
Capítulo 1 Betão Polimérico	15
1.1 Introdução.....	16
1.2 Constituição do Betão Polimérico.....	18
1.2.1 Matriz Polimérica.....	18
1.2.2 Agregados	19
Capítulo 2 Estado da Arte	22
2.1 Inovação	23
2.1.1 Definição de Inovação	23
2.1.2 Diferença entre inovação e invenção	25
2.1.3 A importância do design na inovação	26
2.1.4 O design como estratégia da empresa	27
2.2 Materiais.....	29
Breve história dos materiais	29
2.3 Materiais e o Meio Ambiente.....	31
2.3.1 Dependência de Materiais não renováveis	33
2.3.2 Consumo de recursos	34
2.3.3 Materiais mais Utilizados.....	35
2.3.4 O ciclo de vida dos Materiais	36
2.3.5 Fim de vida dos materiais: um problema ou um recurso?.....	38
2.4 Enquadramento do Problema	40

2.4.1 Resíduos provenientes das minas da Panasqueira	41
Capítulo 3 Metodologia.....	42
3.1 Metodologia	43
3.2 Método de Design	45
3.3 Método de Design - Solução de Problemas	46
3.4 Fases do Processo de Design	47
3.4.1 Primeira Fase.....	48
3.4.2 Segunda Fase.....	48
3.4.3 Terceira Fase.....	49
3.4.4 Quarta Fase.....	49
3.5 Factores Estéticos.....	50
3.5.1 A forma.....	50
3.5.2 O Material.....	50
3.5.3 A Superfície.....	51
3.5.4 A Cor.....	51
3.6 A importância da Cor no Design	53
3.6.1 Harmonia das cores	53
3.7 Colorimetria.....	55
3.7.1 Aplicação Prática da Colorimetria.....	57
Capítulo 4 Aplicação da Metodologia	60
4.1 Introdução.....	61
4.2 Primeira Etapa - Preparação	62
Empresa: Nola	74
4.3 Segunda Etapa - Desenvolvimento de Ideias	75
4.4 Terceira Etapa - Avaliação	79
4.5 Quarta Etapa - Solução Final.....	81
4.5.1 Protótipos.....	81
4.5.2 Aplicação prática.....	81
4.5.2.1 Realização dos Moldes	82
4.5.2.2 Preparação dos agregados.....	82
4.5.2.3 Preparação da resina.....	83

4.5.2.4 Mistura dos agregados e da resina	84
4.5.2.5 Enchimento dos moldes de gesso	85
Conclusões	88
Recomendações para Trabalhos Futuros.....	89
Bibliografia.....	90
Anexos	95
Anexo A Relatório Fotográfico do Segundo Protótipo Desenvolvido	96
Artigo I - submetido em Setembro 2010 ao encontro nacional de materiais e estruturas compósitas, FEUP	98

Índice de Figuras

Figura 1 Resina Crystic 199, Activador A-101 e catalisador C-201 (Foto (Antunes, 2009))	19
Figura 2 Escombreira das Minas da Panasqueira	20
Figura 3 Resíduos grossos provenientes das Minas da Panasqueira de cor cinzenta (Antunes, 2009).	20
Figura 4 Resíduos grossos provenientes das Minas da Panasqueira de cor ocre (Antunes, 2009).	21
Figura 5 Resíduos grossos provenientes das Minas da Panasqueira de cor avermelhada (Antunes, 2009).	21
Figura 6 Crescimento da população mundial ao longo dos últimos dois mil anos (Ashby, 2005).	32
Figura 7 População dos 25 países mais populosos e desenvolvidos (Ashby, 2005).	33
Figura 8 Dependência crescente em materiais não renováveis ao longo do tempo (Ashby, 2005).	34
Figura 9 Produção anual mundial de 23 materiais de que a sociedade industrializada depende (Ashby, 2005).	35
Figura 10 Materiais mais usados (por família) (Ashby, 2005)	36
Figura 11 Fluxograma do Ciclo de Vida dos Materiais adaptado de (Ashby, 2005)	37
Figura 12 Ciclo de vida dos materiais adaptado de (Ashby, 2005).	38
Figura 13 Escombreira das Minas da Panasqueira em contacto com o rio.	40
Figura 14 Escombreiras das Minas da Panasqueira	41
Figura 15 Produtos Alessi	51
Figura 16 Máquinas de Construção	52
Figura 17 Máquina de café Dolce Gusto	52
Figura 18 Imagem Tridimensional do método CIELAB 1976	55
Figura 19 Representação do espaço cromático CIELAB 1976.	56
Figura 20 Representação do espaço cromático (a; b), de duas amostras diferentes (S_1 ; S_2). Os vectores S_1 , S_2 indica-nos a saturação e os ângulos α e β os tons. (Durán Suárez, 1996)	57
Figura 21 Espectrofotómetro CM-2500c Konica Minolta	57
Figura 22 Utilização do espectrofotómetro para medir a amostra do material.	58
Figura 23 Limpeza dos agregados com ar (Antunes, 2009)	82
Figura 24 Pesagem da Resina (Antunes, 2009)	83
Figura 25 Pesagem do Catalisador (Antunes, 2009)	83
Figura 26 Pesagem do Activador (Antunes, 2009)	84
Figura 27 Mistura da Resina do activador e do catalisador (Antunes, 2009)	84
Figura 28 Mistura da resina com os agregados	85
Figura 29 Agregados completamente molhados pela resina	85
Figura 30 Molde em gesso preparado para ser enchido	86

Figura 31 Molde de gesso enchido com o material..... 86
Figura 32 Protótipo de uma cadeira 87

Índice de Tabelas

Tabela 1 Definição de Inovação	24
Tabela 2 Tipos de Inovação	25
Tabela 3 Etapas de um projecto de design (Löbach, 2001)	47
Tabela 4 Valores dos parâmetros “L”, “a” e “b” obtidos através do espectrofotômetro referentes a amostra analisada.	58
Tabela 5 Produtos fabricados em betão polimérico e em betão tradicional (análise de produtos similares)	63
Tabela 6 Esboços de produtos realizados com o apoio de um software 3D	75
Tabela 7 Avaliação dos conceitos	79

Motivação e Objectivos

A ciência dos materiais e o design sempre estiveram relacionadas, existiu sempre um interesse recíproco, tanto do lado do design para encontrar novos produtos para materiais novos, como pela ciência em desenvolver materiais adequados para produtos em desenvolvimento. Uma das primeiras definições de design Industrial surgiu em 1957, pela Organização Internacional dos Designers Industriais ICSID¹:

“O designer industrial é um profissional que é qualificado pela sua formação, o seu conhecimento técnico, a sua experiência e a sua sensibilidade visual, por forma a determinar os materiais, a estrutura, os mecanismos, a forma, o tratamento das superfícies e a roupagem (decoreção) de produtos fabricados em série através de processos industriais. Segundo as circunstâncias, o designer industrial pode tratar um ou todos estes aspectos.”²

Através desta definição podemos compreender que uma das etapas do Design é determinar os materiais que o produto vai ter. Cabe assim ao Designer Industrial escolher, a melhor opção entre os novos materiais que vão surgindo no mercado, identificando vantagens e limitações de entre os já existentes. O designer deve:

- Estar atento ao aparecimento de novos materiais.
- Conhecer as suas propriedades, mecânicas, físicas, processos de fabrico e custos associados.
- Propor novas soluções para a ciência dos materiais e desenvolver novos materiais.
- Propor novas aplicações para os materiais existentes promovendo a sua rentabilização e aproveitamento/explorar novas propriedades.
- Propor novas técnicas de fabrico adequadas aos materiais e exigências.

Com o aparecimento de novos materiais, existe um benefício para o Designer, podendo assim solucionar problemas técnicos e preencher as lacunas dos materiais que estavam a ser utilizados até então, e também novas possibilidades estéticas. Um exemplo disso é os materiais que são utilizados para restauro. Estes, solucionam os problemas de degradação dos materiais utilizados no passado.

¹ International Council of Societies of Industrial Design

² Industrial Design, An International Survey, UNESCO / ICSI, 1967, p.3

Desde a pré-história que os materiais e o ser humano estão relacionados. A própria História define-se com, Idade da pedra; Idade do bronze; Idade do ferro. Se, inicialmente, o Homem utilizava os materiais tais como os encontrava na natureza, rapidamente começou a moldá-los às suas necessidades. Com um aumento das exigências, o ser humano procurou materiais que obedecessem a novos requisitos. O betão é um exemplo disso. O Homem sentiu necessidade de encontrar um material fácil de moldar e resistente às intempéries. Actualmente, engenheiros e arquitectos procuram construir estruturas e edifícios mais resistentes, mais duráveis, com formas ousadas e com um menor impacto ambiental, o que levou à procura de materiais mais adequados para estes projectos.

A segunda metade do século XX e início do século XXI são conhecidas como épocas de grandes desenvolvimentos, de produtos sintéticos, como dos mencionados plásticos, fibras artificiais, borrachas sintéticas, materiais compostos e adesivos sintéticos. De à 100 anos até ao momento, assiste-se à criação de uma indústria massiva, o que simboliza o século XX do mesmo modo que o ferro e o aço caracterizaram o século XIX (Miravete, 1995) (Barbero, 1999), com uma clara tendência a aumentar o uso dos polímeros e para os próximos anos (ANAIP, 2004) (López Mateo, 2002).

Os materiais compostos, ou “composites” ou compósitos (termo aceite pela comunidade científica portuguesa), são actualmente um elemento muito comum no dia-a-dia (Mansó, 2004) (Revuelta, 2004). Estes autores referem que a maior parte dos objectos que nos rodeiam são materiais compósitos, e no sector do Design estes têm uma relevante importância, pois é muito comum encontrar produtos que utilizem materiais compostos, com destaque para os polímeros.

Materiais compósitos são dois ou mais materiais que conjugados originam propriedades que um só não obtinha (Callister, 2002). As propriedades que se desejam alcançar com a junção dos materiais geralmente são: rigidez, resistência mecânica, densidade, resistência à corrosão, propriedades térmicas, tenacidade e resistência à fadiga.

A indústria aeronáutica e automobilística é um claro exemplo de utilização de materiais compósitos. Se analisarmos alguns elementos constituintes de um carro iremos encontrar vários objectos com estes materiais. A utilização destes materiais é uma clara evidência de que estes compósitos, têm melhores propriedades do que os tradicionais (Linda, et al., 2004).

“Um produto permanece um conceito, uma ideia, ou talvez um desenho, se nenhum material estiver disponível para convertê-lo numa entidade tangível” (Evbuomwan, et al., 1995). Para que um produto seja construído precisa de um material, podendo-se afirmar que a existência de um objecto depende do material que será utilizado e do processo de fabricação para dar-lhe forma. Todos os produtos necessitam de um suporte material para que a nossa capacidade sensorial os perceba.

As Minas da Panasqueira, situadas na Beira Baixa, a sul da Serra da Estrela, entre os concelhos da Covilhã e do Fundão, estão em exploração regular desde do início do século XX, sendo o maior centro de produção mineiro da Região Centro e uma das minas mais importantes de volfrâmio do mundo. Estas minas estiveram, desde sempre, ligadas aos conflitos mundiais que marcaram o século XX, desde as duas Grandes Guerras até à Guerra da Coreia, registando sempre períodos de grande instabilidade (Valente, et al., 25 a 28 Junho, 2008).

A exploração de recursos naturais sem respeitar o meio ambiente sempre gerou situações graves de degradação da paisagem e problemas ecológicos. Tal é o caso das minas da Panasqueira. Em termos de impacto no ambiente, os principais efeitos da actividade mineira são a poluição atmosférica, contaminação da água, acumulação de resíduos sólidos, armazenamento de resíduos em barragens de lamas e sítios mineiros inactivos e degradados (UNEP, 2000) (MMSD, 2002).

“As minas abandonadas são, na maior parte das vezes, deixadas no esquecimento e abandono, sendo vistas como “feridas” abertas na terra, originando um impacte visual negativo e constituindo em muitos casos, fonte de insegurança e poluição para as zonas envolventes” (Pé-Curto, et al., 2002).

Ao longo do tempo, a exploração das minas da Panasqueira originou uma transformação negativa a nível ambiental. A extracção mineira deixou marcas visíveis no meio envolvente. Um exemplo disso são as enormes escombreyras. Estas, têm um enorme impacto ambiental como a destruição da vegetação, das terras e fauna e pelo facto de estarem perto do rio.

A preocupação ambiental diz respeito, também, ao consumo excessivo ou ineficiente de recursos naturais não-renováveis (Leite, 2001). A indústria mineira gera bastantes desperdícios resultantes da extracção, que normalmente são depositados ao ar livre, contribuindo assim, para uma degradação do ambiente.

Nos últimos anos, verificou-se o aparecimento de betões de elevado desempenho, e actualmente podemos encontrar um novo material, o betão polimérico. Este material é composto por resina que liga agregados naturais, entre outros. É um material compósito, onde se utiliza um polímero (resina) em detrimento do cimento. A utilização dos desperdícios, resultantes da extracção mineira para a fabricação de produtos em betão polimérico, pode ser solução para reduzir o problema do impacto ambiental das minas.

O objectivo desta tese é o desenvolvimento de novos produtos aproveitando resíduos minerais das Minas da Panasqueira, reconhecendo a importância da reciclagem e da reutilização, bem como compreender o desenvolvimento da produção de compósitos minerais, suas propriedades, potencialidades e limitações, desenvolver novas ideias (esboços) e enquadrá-las no contexto do mobiliário urbano; de interiores e/ou exteriores, preparar

moldes para o fabrico de protótipos e produtos pré-fabricados, (eventualmente à escala), e principalmente avaliar as suas mais-valias de cor e textura.

Capítulo 1

Betão Polimérico

1.1 Introdução

O betão polimérico é um material compósito que resulta da mistura de uma resina polimérica com um agregado mineral. A resina polimérica substitui o ligante água/cimento Portland³ do betão tradicional ou matriz do compósito. Em comparação com o betão tradicional o betão polimérico apresenta vantagens tais como, elevada resistência mecânica, melhor resistência química e baixa permeabilidade (Ribeiro, et al., October, 2001).

Actualmente, assiste-se a um crescimento na aplicação do betão polimérico, particularmente na pré-fabricação. Podemos encontrar facilmente exemplos de produtos elaborados com este material, tais como drenos para águas, caixas, tubagens ou postos de transmissão, bem como painéis de fachadas (Ferreira, Novembro, 2001).

A primeira utilização de betão polimérico deu-se nas décadas de 50 e 60 do século XX (Santiago, et al., October 2001) e consistiram na produção de mármore sintéticos (Ribeiro, et al., October, 2001).

O Betão Polimérico foi utilizado nos E.U.A. na produção de mármore sintética, e posteriormente na fabricação de painéis ou placas de guarnição. Em meados de 1970, o betão polimérico começou também a ser utilizado, para a reparação de pontes e estradas, feitas em betão tradicional (Sousa, 2005) e perdurando até aos dias de hoje.

O futuro parece apontar para utilização de materiais compósitos em novas soluções estruturais (Zhao, et al., July 2001).

O número de aplicações de materiais compósitos é cada vez maior. O facto de apresentarem um bom comportamento mecânico em ambientes corrosivos e sob solicitações de fadiga, as elevadas resistência e rigidez e o peso reduzido são as principais causas da crescente procura de compósitos em várias áreas da engenharia. (Patrícia C. T. Gonçalves)

³ Cimento hidráulico fabricado pela calcinação duma mistura artificial de argila e cré.

O que se exige cada vez mais aos materiais comuns é que sejam capazes de responder as novas necessidades originadas pelo avanço tecnológico, isto levou ao aparecimento de compósitos para responder aos novos requisitos (Ventura).

O mercado dos compósitos está em expansão, estudos recentes indicam que a indústria automóvel é a que está a utilizar mais materiais compósitos (31%), em segundo lugar está a construção civil com (19,7%), marinha (12,4%), equipamento eléctrico/electrónico (9,9%) e por último produtos de consumo (5,8%). A indústria aeroespacial e aeronáutica utiliza 0,8% de materiais compósitos, o que é surpreendente visto que foi esta a grande impulsionadora dos compósitos (Ventura).

A utilização de materiais compósitos na construção civil já não é nova, antigamente os Egípcios e Israelitas usavam palha para reforçar os tijolos de barro (Ventura).

“A crescente exigência das novas tecnologias, sobretudo no que respeita à combinação de propriedades incompatíveis de variados materiais, como a resistência mecânica e tenacidade, levou ao aparecimento de novos materiais. Os compósitos são uma classe destes materiais que possuem diversas aplicações na indústria e são utilizados com a fim de melhorar a produtividade, diminuir os custos e facultar diferentes propriedades aos materiais. Estes materiais são cada vez mais utilizados como substitutos dos materiais convencionais dado que apresentam vantagens como: elevada rigidez e módulo específico, elevada resistência à corrosão e condutividade térmica, boa fluidez, estabilidade estrutural e fácil moldagem” (Ventura)

1.2 Constituição do Betão Polimérico

O Betão Polimérico é constituído por um agregado mineral (agregado) e um polímero de ligação (matriz) e, em alguns casos, pode haver a necessidade de introduzir materiais de reforço (armação em metal ou tela de fibra).

1.2.1 Matriz Polimérica

Os materiais mais comuns utilizados nos polímeros de ligação dos betões poliméricos são as resinas (polímeros termoendurecíveis) epoxídicas e as resinas de poliéster.

As resinas de poliéster apresentam vantagem de possuírem boa resistência à corrosão, cura rápida e fácil manuseamento, e como desvantagem o alto índice de retracção na cura e o facto de necessitarem de ser flexibilizadas.⁴

As resinas epoxy apresentam boa adesão às fibras de vidro, baixo encolhimento na cura, boa resistência química, e como desvantagem são de cura lenta, de difícil manuseamento e em termos económicos são mais caras que as resinas de poliéster.⁴

A produção de betões poliméricos implica a mistura de um monómero ou um prépolímero (isto é, um produto resultante da polimerização parcial de um monómero), com um endurecedor (agente de ligação cruzada), um catalisador, com outros elementos agregados (finos), podendo ainda outros ingredientes serem acrescentados à mistura, incluindo plastificantes e retardantes ao fogo. Por vezes, também se usam agentes ligantes de silano para aumentar as propriedades de interface, nomeadamente a resistência da ligação entre a matriz polimérica e o agregado. Pode também haver necessidade de reforçar os betões com fibra, sobretudo em aplicações estruturais, explorando totalmente o potencial

⁴ Reichhold - A die group company - Filament Winding Composites, Documento Industrial Interno

dos produtos obtidos. Os reforços incluem telas de fibras de vidro, mantas ou emaranhados à base de fibras de vidro ou tecidos, fibras de carbono e fibras metálicas destacando-se aqui, em particular, as fibras de aço (Monteiro, 2005).

A resina utilizada neste trabalho foi a Resina Crystic 199 elaborada pela empresa Scott Bader (Barcelona, Espanha) e é uma resina de poliéster **Figura 1**.



Figura 1 Resina Crystic 199, Activador A-101 e catalisador C-201 (Foto (Antunes, 2009))

1.2.2 Agregados

Para a produção de Betão Polimérico além do polímero de ligação ou matriz polimérica, são utilizados agregados, os mesmos utilizados também na produção de Betão Tradicional. Mas, os agregados têm que ser limpos e secos de maneira a evitar a presença de humidade (Reis, 2004) e (Sousa, 2005) segundo estes autores, os agregados devem ser limpos, de forma a não conter partículas de argila ou barro.

O Betão Polimérico é também uma aplicação segura para a utilização de resíduos sólidos inertes e até resíduos industriais perigosos. A resina utilizada assegura o isolamento do agregado, impedindo a libertação de substâncias perigosas.

Os resíduos sólidos normalmente são depositados em aterros, o que provoca graves problemas ambientais, tal facto pode ser verificado na **Figura 2**. Para além disso, o uso destes resíduos como matéria-prima alternativa diminui a extracção de matéria-prima natural, tais como mármore, granitos e areias.



Figura 2 Escombreira das Minas da Panasqueira

Os agregados provenientes das Minas da Panasqueira ao serem extraídos apresentam uma cor cinzenta como podemos verificar na **Figura 3**, mas com o passar do tempo a cor vai mudando, tornando-se de cor ocre **Figura 4**. E se sofrerem um processo de calcinação ficam de cor avermelhada como podemos comprovar na **Figura 5**.



Figura 3 Resíduos grossos provenientes das Minas da Panasqueira de cor cinzenta (Antunes, 2009).



Figura 4 Resíduos grossos provenientes das Minas da Panasqueira de cor ocre (Antunes, 2009).



Figura 5 Resíduos grossos provenientes das Minas da Panasqueira de cor avermelhada (Antunes, 2009).

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Inovação

2.1.1 Definição de Inovação

A palavra Inovação é bastante utilizada em artigos académicos, o que dificulta encontrar uma definição única e consensual. O conceito de inovação adquiriu uma grande ambiguidade (Garcia, et al., 2002), e existem várias definições desenvolvidas com o objectivo de explicarem o conceito de inovação⁵

Rogers defende que uma inovação pode ser uma nova ideia, uma nova prática ou também um novo material a ser utilizado num determinado processo (Rogers, et al., 1971).

Joseph A. Schumpeter definiu inovação como uma nova função de produção (Schumpeter, 1939) e descreveu a inovação como “uma mudança histórica e irreversível na maneira de fazer as coisas” (Schumpeter, 1947).

“Em um sentido essencial, inovação diz respeito à busca e descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adopção de novos produtos, novos processos de produção e novas configurações organizacionais” (Dosi, 1988).

Inovação é o resultado de processos de aprendizagem, procura e exploração, que resultam em novos produtos, novas técnicas, novas formas de organização, e mudanças institucionais e de mercado (Lundvall, 1992).

Inovação tecnológica de um produto é a implementação/comercialização de um produto com as características da performance melhoradas, tais como entregar objectivamente serviços novos ou melhorados ao cliente. Uma inovação tecnológica de um processo, é a implementação/adopção de nova ou significativa melhoria da produção ou

⁵ O termo inovação vem do latim *innovare*, que significa “ fazer qualquer coisa de novo”.

entrega de métodos melhorados. Pode envolver alterações em equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou a combinação deles (OCDE, 1997).

Tabela 1 Definição de Inovação

Autor:	Definição de Inovação
(Schumpeter, 1939) (Schumpeter, 1947)	Determinação de uma nova função de produção
(Freeman, 1989)	Uso de uma alteração não trivial e um melhoramento num processo, produto ou sistema que é novo para a instituição que desenvolveu a alteração
(Lundvall, 1992)	O resultado de processos de aprendizagem, procura e exploração, que resultam em novos produtos, novas técnicas, novas formas de organização, e mudanças institucionais e de mercado
(Porter, 1990)	Uma nova forma de fazer as coisas que são comercializadas
(Afuah, 1998)	Uso de novo conhecimento para oferecer um produto ou serviço que os clientes querem
(Drucker, 1985)	Ferramenta própria dos empresários, é o modo de eles explorarem a mudança transformando-a em oportunidade para um negócio ou serviço diferentes
(OCDE, 1997)	Inovação tecnológica de um produto, é a implementação/comercialização de um produto com as características da performance melhoradas, tais como entregar objectivamente serviços novos ou melhorados ao cliente. Inovação tecnológica de um processo, é a implementação/adopção de nova ou significativa melhoria da produção ou entrega de métodos melhorados.

Através destas definições, podemos concluir que a inovação é a transformação de uma ideia num produto, com um processo de fabrico novo ou melhorado.

Tabela 2 Tipos de Inovação

Tipos de Inovação	Descrição
Produto (Bens e serviços)	Introdução no mercado de novos ou significativamente melhorados, produtos ou serviços. Inclui alterações significativas nas suas especificações técnicas, componentes, materiais, software incorporado, interface com o utilizador ou outras características funcionais.
Processo	Implementação de novos ou significativamente melhorados, processos de fabrico, logística e distribuição.
Organizacional	Implementação de novos métodos organizacionais na prática do negócio, organização do trabalho e/ou relações externas
Marketing	Implementação de novos métodos de marketing, envolvendo melhorias significativas no design do produto ou embalagem, preço, distribuição e promoção. O objectivo é aumentar as vendas através da melhor satisfação das necessidades dos mercados, da alteração de posicionamento ou da abertura de novos mercados.

2.1.2 Diferença entre inovação e invenção

A inovação é claramente distinguida da invenção. Invenção é a criação de um processo ou produto que pode claramente ser distinguido como novo comparado com o já existente. Inovação, por outro lado, é o uso de uma alteração não trivial e um melhoramento num processo, produto ou sistema que é novo para a instituição que desenvolveu a alteração (Freeman, 1989).

A primeira distinção entre invenção e inovação foi feita por Schumpeter. Este autor define invenção como uma ideia, um desenho ou um modelo para um produto ou processo novo ou melhorado. Uma inovação é conseguida apenas com a primeira transacção comercial que envolva o produto ou o processo novo, embora a palavra seja também usada para descrever todo o processo (Freeman, 1997).

As invenções podem muitas vezes ser protegidas por patente, mas não conduzem necessariamente a inovações. Na verdade, como refere (BURGELMAN, 1996), pode existir um desfaseamento temporal significativo (10 anos ou mais) entre a realização de investigação fundamental e a utilização das invenções de forma a criar inovações bem sucedidas.

Se entendermos a invenção como um processo criativo e de geração de ideias, enquanto a inovação um processo de desenvolvimento e aplicação dessas ideias ou invenções em algo prático - um produto (Fagerberg, 2005), então compreendemos que a principal distinção assenta no facto de por si só, a primeira (invenção) não ser comercializável, enquanto a segunda (inovação) pode inclusive ser a base de um negócio com sucesso e contribuir para o desenvolvimento económico de uma região (Schumpeter, 1942).

Não será por acaso que as invenções mais importantes do séc. XIX, surgem associadas aos nomes dos empreendedores que as colocaram no mercado, enquanto os seus inventores ficaram esquecidos. Por exemplo, o aspirador foi inventado por J. Murray Spengler e originalmente chamado varredor eléctrico por sucção, mas foi W. H. Hoover que apesar de não dominar a tecnologia, soube muito bem como colocar o produto no mercado (Bryson, 1994).

2.1.3 A importância do design na inovação

Enquanto no Manual de Frascati (OCDE, 2002) o design não é incluído no “D⁶” de I&D⁷ porque exclui na sua definição uma vasta gama de actividades que envolvem criação ou uso de novo conhecimento na inovação, já no manual de Oslo (OCDE, 1997), o mesmo não acontece. No manual de Oslo o I&D inclui de forma explícita a actividade de design e os inquéritos baseados neste manual recolhem informação sobre despesas em design importantes para determinar o desempenho das empresas no que diz respeito à inovação.

Por outro lado, alguns estudos sobre inovação (Freeman, 1982) (Walsh, et al., 1992) salientam o design como a disciplina central no desenvolvimento de novos produtos e numa perspectiva mais alargada, como o centro do processo de inovação. O termo ‘Design

⁶ Desenvolvimento

⁷ A sigla I&D corresponde a Investigação e Desenvolvimento

Innovation’, muito usado por académicos e profissionais de design (Mutlu, et al., 2003), resulta precisamente desta ligação entre o design e a inovação.

Os termos “inovação” e “design” interligam-se parcialmente, embora não sejam sinónimos. O design refere-se a um tipo especial de acção inovadora, que cuida das preocupações de uma comunidade de utilizadores. O design sem a componente inovadora é, obviamente, uma contradição. Porém, acção inovadora que produz algo novo não é condição suficiente para caracterizar o design em sua plenitude (Bonsiepe, 1992).

2.1.4 O design como estratégia da empresa

“A maioria das empresas já exauriu as possibilidades de aumentar o lucro por meio de corte de custos, reengenharia e melhora da eficiência. Se quiser gerar riquezas a empresa tem de inovar.” (Hamel)

Segundo (Lorenz, 1986) a vantagem competitiva das empresas não pode continuar a basear-se apenas nos baixos custos ou em altas tecnologias. As velhas ferramentas que permitiam as empresas marcarem a diferença já não são ajustadas às novas realidades e o design já não pode ser entendido como uma componente opcional do marketing ou da estratégia, mas antes como o seu centro. Desta forma Lorenz (1986) chama a atenção para o crescente papel do design numa perspectiva estratégica. Por outro lado, a verdade é que são cada vez mais os produtores que incorporam o design industrial nas actividades de desenvolvimento de novos produtos com o objectivo de adquirir vantagens competitivas no mercado (Berkowitz, 1987) (Christensen, 1995).

O design parece assim contribuir para um aumento das vendas e acréscimo das margens de rentabilidade comparativamente com as empresas que não investem em design Industrial (Gemer, et al., 2000). Estes autores chamam a atenção para o diferente impacto que o design pode ter em indústrias em que a ergonomia e estética dos produtos são um aspecto mais ou menos importante. Por exemplo num produto baseado numa nova tecnologia, o papel inicial do design industrial é muito reduzido. Contudo, à medida que a tecnologia do produto se generaliza, o papel do design industrial aumenta em função do factor de competitividade se deslocar da tecnologia para se centrar em aspectos relacionados com a ergonomia e estética (Berkowitz, 1987) (Ulrich, et al., 1995).

A ergonomia é a “Disciplina científica que tem por objectivo as interacções entre os homens e os outros elementos de um sistema e a profissão que aplica a teoria, os princípios,

os dados e os métodos na concepção, de modo a otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema”⁸.

"A ergonomia é o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e espaço de trabalho. Seu objectivo é elaborar, mediante a contribuição de diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, dentro de uma perspectiva de aplicação, deve resultar numa melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e de vida”⁹.

A ergonomia acarreta ao designer conhecimento e técnica, que possibilita um melhor desempenho do designer para desenvolver produtos que interajam com o utilizador de uma melhor forma¹⁰.

Nem todas as empresas utilizam a mesma estratégia de inovação, algumas optam por serem inovadoras enquanto outras por uma posição como seguidoras (Gemser, 1999). As empresas inovadoras são as primeiras a lançar no mercado novos designs ou originais, verdadeiramente diferentes dos designs já existentes, enquanto as seguidoras tendem a lançar no mercado designs muito parecidos ou idênticos com os lançados previamente pelos concorrentes. Contudo, vários autores defendem que, ser o primeiro no mercado numa estratégia de liderança na inovação, não é garantia de maior sucesso do que uma estratégia como seguidora (Cool, et al., 1987).

Segundo Tom Peters, "Todos nós estamos em uma busca frenética por novas vantagens competitivas...o terreno mais fértil para o surgimento dessas novas vantagens está no design" (Peters, 1995).

"Há 15 anos as empresas competiam pelo preço. Hoje em dia é na qualidade. Amanhã, no design." (Professor Robert Hayes da Universidade de Harvard, 1981)

Já na Inglaterra uma pesquisa realizada pelo Design Innovation Group (The role of design and innovation in competitive product development - 1997) revela os impactos comerciais do design no mercado. O estudo envolveu 220 pequenas e médias empresas inglesas que receberam apoio do governo para a contratação de uma consultoria de design com o objectivo de desenvolverem novos produtos. Com esse trabalho ficou constatado que o investimento gerou rápido retorno na grande maioria das empresas e que um pequeno incentivo, através da incorporação das actividades de design, pode representar significativa melhora do desempenho das mesmas (Jorge Uesu, Março 2003).

⁸ Definição: IEA - International Ergonomics Association (San Diego, EUA, Agosto 2000)

⁹ Congresso Internacional de Ergonomia, 1969

¹⁰ CID - Corporate Industrial Design, PHILIPS apud MORAES, 1993

2.2 Materiais

Breve história dos materiais

Segundo Michael Ashby existe uma diversidade de materiais no mercado, estimando-se uma quantidade entre os 40.000 e 80.000. (Ashby, 2004)

Outros autores sustentam que o número de materiais já ultrapassaram os 100.000. “Foi estimado que existem mais de 100.000 materiais disponíveis à escolha do designer, correspondendo a um número de informação sobre propriedades ainda maior” (Charles, 1997).

No passado, a utilização de materiais ficava confinada à disponibilidade que a natureza oferecia. Dai se falar em idade da pedra, idade do bronze e idade do ferro, o que facilitava a escolha nos materiais a serem utilizados. Na pré-história, os utensílios e objectos eram feitos de materiais tais como pedra, madeira e ossos. Com o passar dos tempos, começaram a aparecer novos materiais e capacidade para sintetizar novos materiais manipulando matérias-primas como a argila e as fibras vegetais, e posteriormente os metais, que são actualmente utilizados em grande escala.

Materiais como o vidro, ferro fundido e forjado, apareceram após 1850 durante a Grande Exposição Internacional de Arte e Indústria de Londres, materiais que já eram utilizados em grande escala na fabricação de estruturas e objectos (Raizman, 2003).

O primeiro material polimérico a ser produzido industrialmente foi, a celulóide e a baquelite. Actualmente os materiais que estão a ter grande relevância são os nanomateriais, ligas, cerâmicos e compósitos de alto desempenho (Manzini, 1993).

Com a evolução dos materiais e tecnologias, apareceram novos materiais com melhores propriedades do que os já existentes, o que possibilitou a construção de estruturas

mais resistentes e formas mais ousadas. Como exemplo, temos a construção de pontes; os romanos fizeram-nas de pedra mas, este material, é resistente à compressão mas frágil à tracção, por isso era necessário distribuir as forças por bastantes pilares o que tornava a estrutura pesada. Porem, o desenvolvimento de materiais como ferro forjado, aço e betão, a construção de pontes passou para vãos grandes e formas mais ousadas e resistentes.

2.3 Materiais e o Meio Ambiente

Todas as actividades da nossa sociedade têm um impacto no meio ambiente. Se o meio ambiente tem alguma capacidade para lidar com este impacto, absorvendo uma pequena parte deste, sem causar danos de maior, há actividades, principalmente industriais, que excedem a capacidade do meio ambiente em absorver o excedente industrial levando à diminuição da qualidade de vida e comprometendo o bem-estar actual e das futuras gerações. Uma parte importante deste impacto advém da maquinação do uso e da deposição de produtos. Anualmente, nos Estados Unidos cada pessoa consome 10 toneladas de materiais (Ashby, 2005) o que revela bem a quantidade excessiva de materiais depositados no meio ambiente.

Os materiais e a energia consumida para fabricá-los são oriundos de recursos naturais. Mas estes recursos não são ilimitados, bem pelo contrário, são cada vez mais escassos. Esta percepção mantida desde o século XVIII até ao início do século XX mas, hoje em dia existe uma maior consciência, e o ser humano já se apercebeu de que os recursos naturais não são ilimitados. Cada vez mais, principalmente as gerações mais novas revela-se uma crescente preocupação com o meio ambiente, embora estas preocupações não sejam novas. Thomas Malthus, em 1798, previa a ligação entre o crescimento da população e o esgotamento dos recursos naturais (Ashby, 2005).

"O poder da população é tão superior ao poder da terra para produzir subsistência para o Homem que a morte prematura deve, em alguma forma ou outra visita a raça humana (Malthus, 1798).

Passados 200 anos, em 1972, um grupo de cientistas, conhecidos como o “clube de Roma”, reuniu-se para debater vários assuntos relacionados com o meio ambiente e desenvolvimento sustentável. O relatório elaborado por uma equipa do MIT¹¹, apontava problemas como, energia, poluição, saúde, ambiente e crescimento populacional. Esta equipa

¹¹ Massachusetts Institute of Technology

chegou a conclusão de que o planeta terra não aguentaria o crescimento da população, devido ao facto de continuarmos a utilizar recursos que se estão a esgotar (Ashby, 2005).

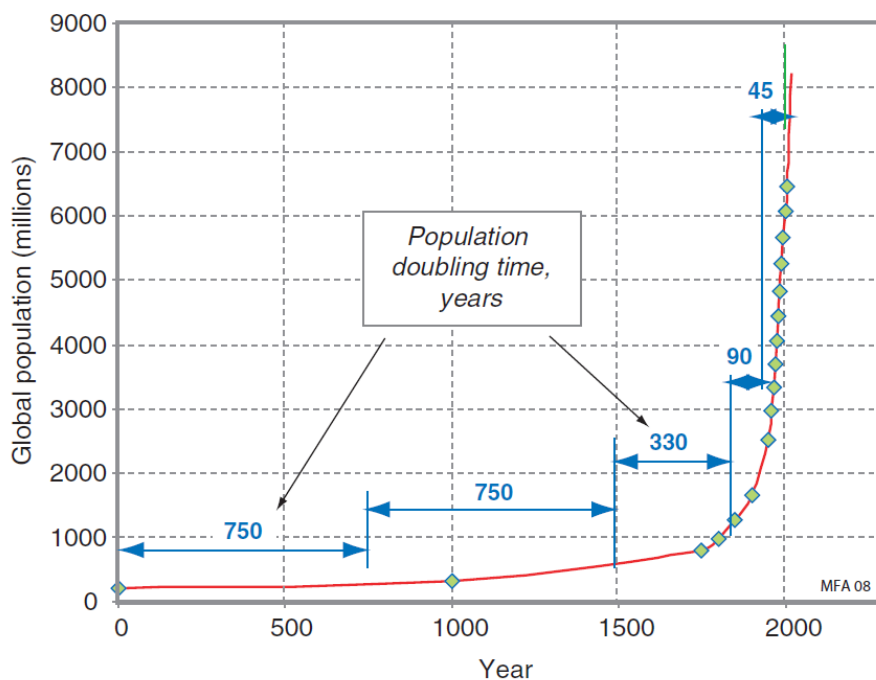


Figura 6 Crescimento da população mundial ao longo dos últimos dois mil anos (Ashby, 2005).

"Muitos aspectos das sociedades desenvolvidas estão a aproximar-se da saturação, no sentido de que não se pode continuar a crescer por muito mais tempo sem atingir os limites fundamentais. Isso não quer dizer que o crescimento vai parar na próxima década mas, que um declínio da taxa de crescimento é previsível na vida de muitas pessoas agora vivas. Numa sociedade habituada... a 300 anos de crescimento, isso é algo completamente novo, e vai requerer uma adaptação considerável" (WCED, 1987).

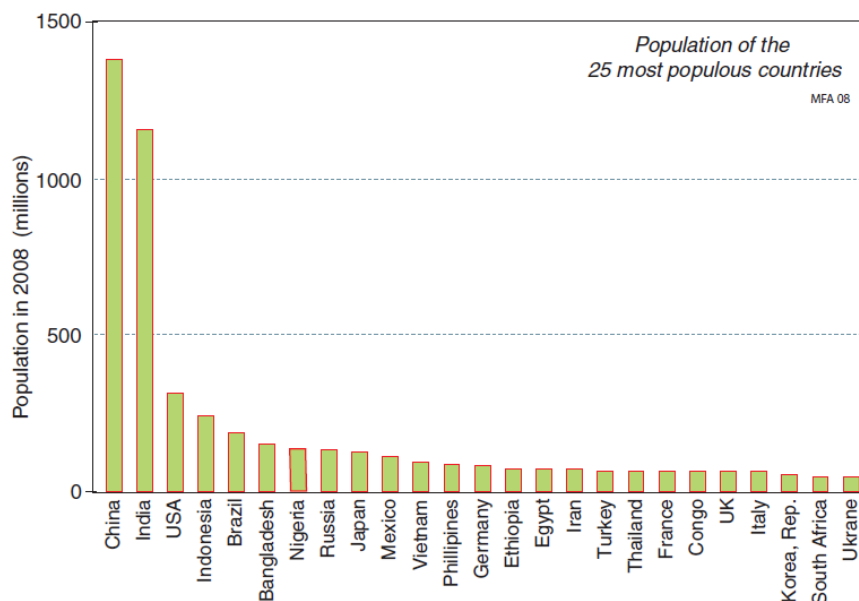


Figura 7 População dos 25 países mais populosos e desenvolvidos (Ashby, 2005).

Figura 7 mostra a distribuição dos países mais populosos: China e Índia são responsáveis por 37% da população total e são também os países onde o consumo de materiais cresce mais rapidamente (Ashby, 2005).

Todos estes factores fazem com que o design industrial faça/utilize uma metodologia para mudar padrões pré-estabelecidos e novas soluções para utilizar os materiais e potenciar novas matérias-primas. Com isto, o design procura soluções alternativas para minimizar a degradação do meio ambiente.

2.3.1 Dependência de Materiais não renováveis

Usar ou não usar materiais é uma questão difícil de responder, a sociedade não usa materiais, ela está totalmente dependente deles. Esta dependência mudou progressivamente, passando-se a adoptar uma confiança cada vez maior em materiais renováveis em detrimento de materiais que consomem os recursos que não podem ser substituídos. Até á 300 anos atrás, a Humanidade subsistiu com materiais renováveis, como por exemplo a pedra, madeira, peles, fibras vegetais. Materiais como o ferro, cobre, lata, zinco, que são materiais não renováveis eram utilizados em pequenas quantidades e para finalidades práticas. No entanto, ao longo dos últimos dois séculos houve uma rápida progressão em relação à dependência de materiais não renováveis, visível na Figura 8. Pouco a pouco, a dependência de materiais não renováveis foi aumentando até que, no século XX a dependência era quase total,

aproximadamente 90%. A dependência é um perigo e deixar de utilizar um material do qual dependemos, implica viver sem ele e isso trás dificuldades. (Ashby, 2005)

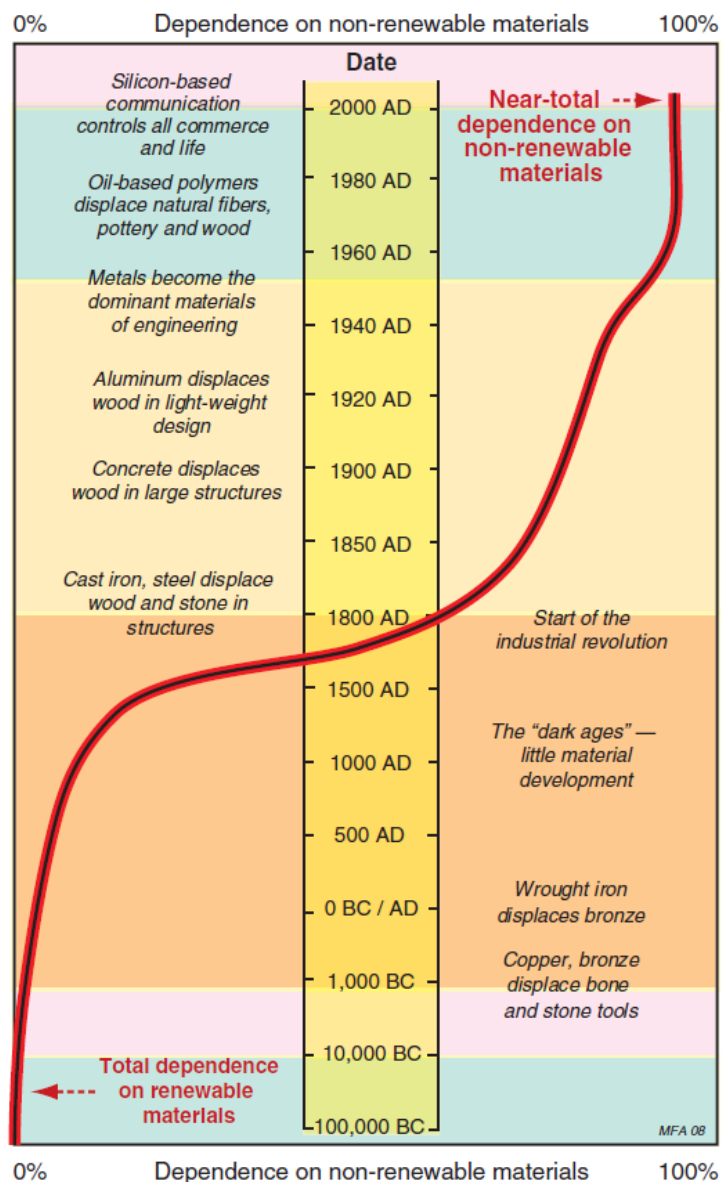


Figura 8 Dependência crescente em materiais não renováveis ao longo do tempo (Ashby, 2005).

2.3.2 Consumo de recursos

A nível mundial, consumimos cerca de 10 mil milhões (10^{10}) de toneladas de materiais por ano, o que dá uma média de 1,5 toneladas por pessoa. A **Figura 9** mostra o consumo de materiais, que são utilizados em maior número (Ashby, 2005). Verifica-se que na categoria dos metais o aço e as ligas de alumínio são os mais produzidos, na categoria dos polímeros é o polietileno e o policloreto de vinilo e na categoria da cerâmica é o betão e o asfalto.

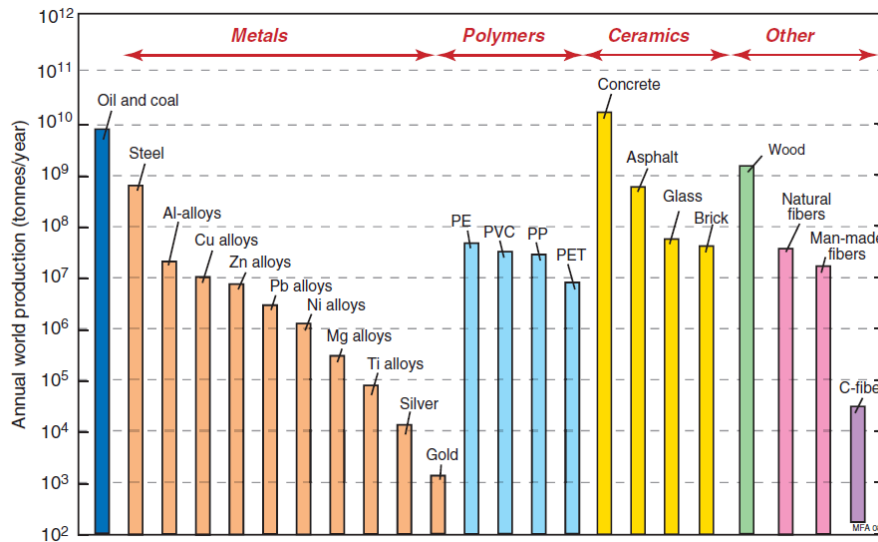


Figura 9 Produção anual mundial de 23 materiais de que a sociedade industrializada depende (Ashby, 2005).

2.3.3 Materiais mais Utilizados

De acordo com a Figura 10 os materiais mais usados são as cerâmicas, principalmente o betão seguido dos materiais naturais, principalmente a madeira. Verifica-se que as cerâmicas são usadas em grande quantidade, (84%) em comparação com as restantes famílias (16%).

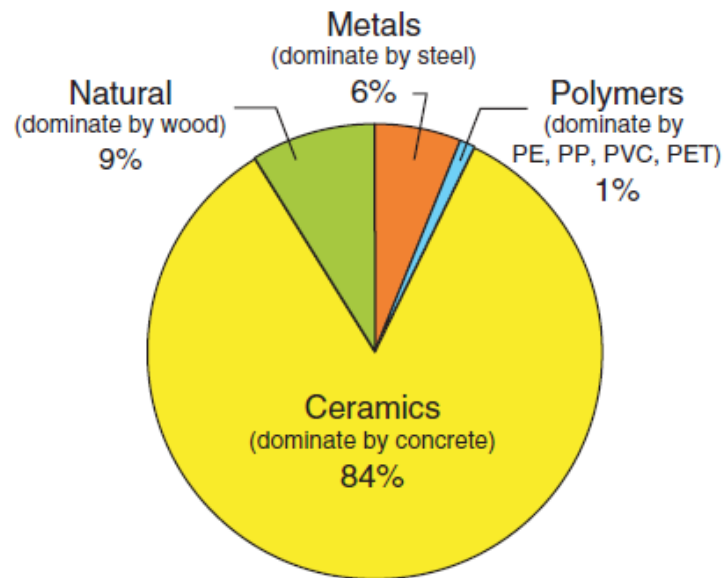


Figura 10 Materiais mais usados (por família) (Ashby, 2005)

2.3.4 O ciclo de vida dos Materiais

Quando se fala em ciclo de vida, a primeira definição que nos ocorre, é que se trata de um conceito que tem origem nas ciências biológicas. O ciclo de vida de um organismo vivo tem cinco etapas: “nasce”, “desenvolve”, “amadurece”, “envelhece” e finalmente “morre”. A ideia do ciclo de vida, tem sido adaptada e aplicada noutros campos, como é o caso do design de produtos onde se analisa a interação dos produtos com o natural, social, e empresarial. O estudo do ciclo de vida dos materiais envolve a avaliação dos impactos ambientais da vida de um material, desde a extracção da matéria-prima até ao seu regresso à ecossfera em forma de resíduos (Ashby, 2005).

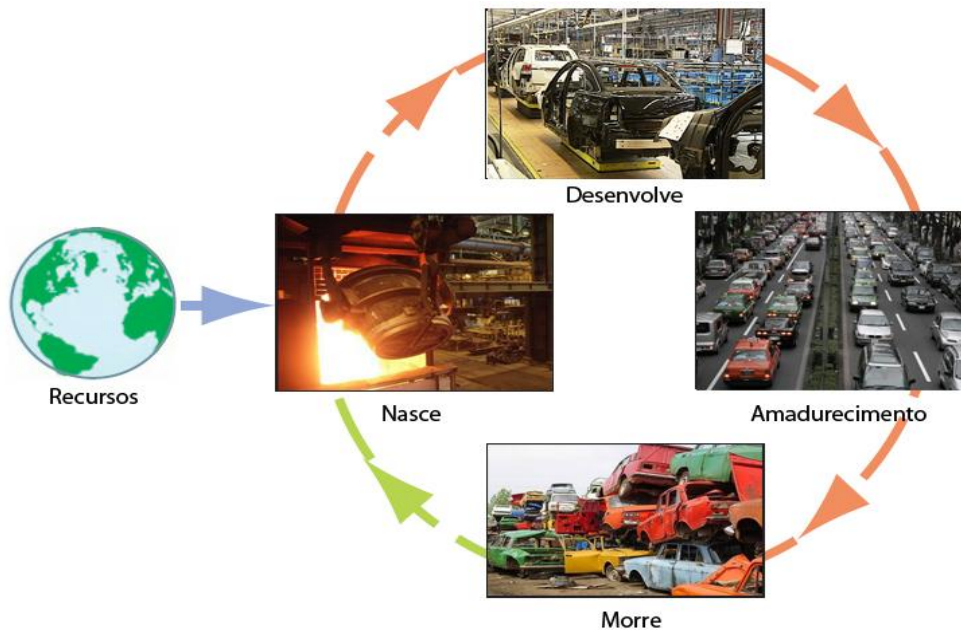


Figura 11 Fluxograma do Ciclo de Vida dos Materiais adaptado de (Ashby, 2005)

A **Figura 11** explica o ciclo de vida dos materiais. Numa primeira fase, a matéria-prima proveniente de recursos naturais é extraída e produz-se, “nasce” o material; depois, na segunda fase, é fabricado o produto, distribuído e vendido aos consumidores, “fase de desenvolvimento”. Posteriormente, é usado, “fase de amadurecimento” e, por fim, chega ao fim de vida útil, “morre” e o produto é então substituído. Se alguns destes produtos descartados são reciclados aproveitando-se alguns materiais, voltando assim a estar disponíveis para serem novamente utilizados, outros há que não são reciclados, são depositados em aterros, ou incinerados, o que prejudica o meio ambiente (Ashby, 2005).

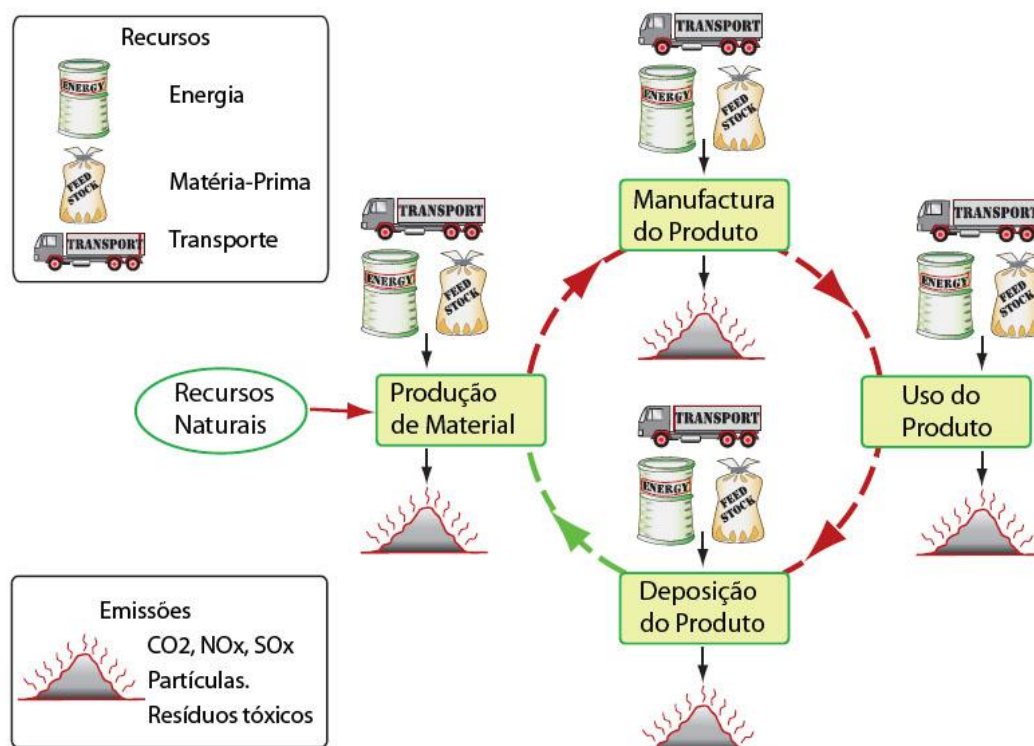


Figura 12 Ciclo de vida dos materiais adaptado de (Ashby, 2005).

Figura 12 as matérias-primas são extraídas e processadas para produzir um material. Este material é transformado em produto e depois usado, no final da sua vida é descartado, reciclado ou remodelado e reutilizado. A energia e os materiais que são consumidos em cada fase geram calor, resíduos sólidos, líquidos e libertam emissões gasosas.

2.3.5 Fim de vida dos materiais: um problema ou um recurso?

Quando um material deixa de ter utilidade, deixamos de chamá-lo material e passamos a denominá-lo de resíduo, originando desperdício. A geração de desperdícios é inevitável e é uma das consequências do consumo mas, existe uma alternativa para os resíduos. A população está a consumir materiais a um ritmo cada vez mais rápido e o volume de resíduos é preocupante. Quando um produto chega ao fim de vida útil há cinco opções: aterro, combustão, reciclagem, reengenharia, ou reutilização (Ashby, 2005).

Os produtos em fim de vida útil podem não ser um problema, mas sim um recurso com grandes potencialidades. Grande parte dos desperdícios pode deixar de ser um problema, e passar a tornar-se uma solução para o esgotamento dos recursos naturais. Muitos dos produtos que chegam ao fim de vida ainda funcionam e podem muito bem ser vendidos/reutilizados

novamente a outras pessoas ou simplesmente retirar componentes que funcionem perfeitamente e serem novamente utilizados em novos produtos. Com esta filosofia, pode-se minimizar o volume de resíduos que geramos, e transformar esses resíduos em algo útil para a humanidade.

2.4 Enquadramento do Problema

A exploração, mineira nas minas da Panasqueira, gera resíduos que se vão acumulando em escombreyras ao longo dos anos e estes não podem ser repostos no local original. A acumulação de estes resíduos provoca um impacto visual negativo e por se encontrarem em contacto com as águas do rio gera poluição ambiental, este facto pode ser comprovado na **Figura 13**. Actualmente nota-se que a indústria e os consumidores estão cada vez mais preocupados com os problemas ambientais. Nesse contexto é desenvolvido este trabalho, tendo como objectivo propor soluções para os desperdícios das Minas da Panasqueira. Pretende-se desenvolver produtos usando betão polimérico e estes devem ser de baixo custo e consumindo baixa energia na sua fabricação.



Figura 13 Escombreyra das Minas da Panasqueira em contacto com o rio.

2.4.1 Resíduos provenientes das minas da Panasqueira

A extracção mineira gera resíduos que normalmente são depositados em escombreiras a céu aberto **Figura 14**. Estes resíduos minerais têm um reduzido valor comercial, tornando-se assim num material com um potencial enorme para a produção de Betão Polimérico. Para além das considerações ambientais, as propriedades destes materiais como a aparência estética pode ser uma mais-valia para o produto final.

Os produtos de Betão Polimérico ao chegarem ao fim de vida útil podem ser utilizados como agregados reciclados, para a produção de novos produtos de Betão Polimérico, sendo novamente introduzidos no ciclo de produção (Sousa, 2005).



Figura 14 Escombreiras das Minas da Panasqueira

Capítulo 3

Metodología

3.1 Metodologia

A metodologia do design destina-se a otimizar métodos, regras e critérios, o que proporciona ao design a hipótese de ser pesquisado, avaliado e melhorado.

Após a Segunda Guerra Mundial verificou-se um crescimento económico nos países industriais europeus originando uma nova “guerra”, mas desta vez em termos de concorrência internacional. Esta situação levou o Design a adaptar-se a diferentes condições, não podendo mais praticar métodos de configuração subjectivos e emocionais, oriundos da manufactura, enquanto as empresas racionalizavam o projecto, a construção e a produção. Desta forma, tornou-se necessário que os designers conseguissem integrar métodos científicos nos processos de projecto e serem aceites pela indústria.

O início da Metodologia do Design teve início por volta dos anos 60, em especial na HfG Ulm¹², que se dedicava intensamente a este assunto. O aumento das tarefas dadas aos designers da indústria nesta época originou esta motivação. Christopher Alexander (1964), um dos pais da metodologia do design, descreveu quatro argumentos para o processo de projecto com uma metodologia própria:

- Os problemas de projecto são demasiados complexos, para serem tratados intuitivamente.
- Aumento da quantidade de informação necessárias para a resolução de problemas, que o designer não conseguia manipular.
- Aumento repentino da quantidade de problemas.
- Os problemas de projecto comparados com épocas anteriores eram diferentes, o que levou a uma dificuldade em usar experiências anteriores.

¹² Escola Superior de Design de Ulm, Alemanha (Hochschule für Gestaltung, HfG) foi no período de sua existência, de 1953 a 1968, uma das mais importantes escolas contemporâneas de design, tida como instituição internacional no campo do ensino, do desenvolvimento e da pesquisa na área do design industrial.

Muitas vezes considerou-se, equivocadamente, que o objectivo da metodologia era o desenvolvimento de um único método, restrito para o Design. Tarefas diferentes necessitam de métodos diferentes e a pergunta crucial que deve ser colocada no início do processo de design é a de que qual método deve ser utilizado e em qual problema. “ O esforço metodológico num projecto de redesign de um produto pouco complexo é essencialmente menor do que um empregado num desenvolvimento de um sistema de transporte público.”

Antes de iniciar-se a modificação ou o desenvolvimento de um novo projecto, é necessário estudar, compreender do que se trata.

3.2 Método de Design

Designa-se Método ou processo de Design a relação que existe entre o produto industrial (objecto industrial) e o designer industrial. O designer industrial é um profissional criativo que percorre quatro fases diferentes para desenvolver um produto inovador onde diversas características são valorizadas pelo utilizador (Löbach, 2001).

O que se espera do designer industrial é que ele produza soluções novas para um determinado problema. Pode ser considerado um criador/gerador de ideias, que recolhe informações para solucionar problemas (Löbach, 2001).

Exige-se do designer industrial originalidade, para conceber produtos inéditos, o que leva a que cada vez mais a novidade seja uma arma poderosa para ultrapassar a situação competitiva do mercado. Para desenvolver ideias inovadoras e originais o designer industrial necessita de obedecer a determinados requisitos. Uma das condições necessárias para a actividade de designer industrial é o conhecimento do problema e para isso é necessário reunir e analisar todas as informações disponíveis. O designer industrial deve ter curiosidade e vontade de procurar soluções inéditas para os problemas que lhe sejam propostos (Löbach, 2001).

3.3 Método de Design - Solução de Problemas

O processo de design tanto é um processo criativo como um processo de solução de problemas, e divide-se em 4 fases:

- Existe um problema;
- Reúnem-se informações sobre o problema;
- Criam-se alternativas para solucionar o problema;
- Desenvolve-se a alternativa mais adequada (transforma-se em produto);

O trabalho de qualquer profissional resume-se em encontrar uma solução do problema, mas o que diferencia o designer das outras é o facto de este transformar a solução do problema em projecto de produto, incorporando características que possam satisfazer as necessidades humanas (Löbach, 2001).

3.4 Fases do Processo de Design

Em alguns casos o processo de design pode ser extremamente complexo, dependendo da magnitude do problema. Divide-se em quatro fases diferentes, embora estas fases se relacionem entre si.

Tabela 3 Etapas de um projecto de design (Löbach, 2001)

Processo criativo	Processo de solução do problema	Processo de desenvolvimento do produto
1ª Fase	<p>Análise do problema</p> <p>Conhecimento do problema</p> <p>Colecta de informações</p> <p>Análise das informações</p> <p>Definição e clarificação do problema e definição dos objectivos</p>	<p>Análise do problema de design</p> <p>Análise da necessidade</p> <p>Análise da relação social Homem - produto</p> <p>Análise da relação produto - ambiente</p> <p>Desenvolvimento histórico</p> <p>Análise do mercado</p> <p>Análise da função</p> <p>Análise estrutural</p> <p>Análise da configuração (funções estéticas)</p> <p>Análise de materiais e processos de fabricação</p> <p>Patentes, legislação e normas</p> <p>Análise de sistema de produtos</p> <p>Distribuição, montagem, serviço a clientes, manutenção</p> <p>Descrição das características do novo produto</p> <p>Exigências para com o novo produto</p>

2ª Fase	Geração de alternativas Escolha dos métodos de solucionar problemas Produção de ideias Geração de alternativas	Alternativas de design Conceitos do design Alternativas de solução Esboços de ideias, modelos
3ª Fase	Avaliação das alternativas Exame das alternativas Processo de selecção Processo de avaliação	Avaliação das alternativas de design Escolha da melhor solução Incorporação das características ao novo produto
4ª Fase	Realização da solução do problema Realização da solução Nova avaliação da solução	Solução de design Projecto mecânico Projecto estrutural Configuração dos detalhes (raios, elementos de manejo, etc.) Desenvolvimento de modelos Desenhos técnicos, desenhos de representação Documentação do projecto, relatórios

3.4.1 Primeira Fase

Análise do problema

O conhecimento do problema é o ponto de partida para o processo de design. A primeira tarefa do designer industrial é a descoberta de problemas que possam ser solucionados com a metodologia de design e não com outra qualquer. Numa empresa, o designer industrial tem pouca influência na problematização, a missão dele é mais a de propor soluções em forma de produtos, para um determinado problema (Löbach, 2001).

Na primeira fase é muito importante a colecta de informações, para posteriormente serem avaliadas. Todos os dados são importantes, pois através destes constrói-se a base da solução.

3.4.2 Segunda Fase

Na segunda fase são desenvolvidas alternativas para o problema; é a fase de produção de ideias tendo em atenção a análise feita na primeira fase. Para desenvolver o maior número

de ideias, o designer precisa de trabalhar livremente, sem restrições. É importante que nesta fase as ideias não sejam restritas pelo conhecimento do problema adquirido na primeira fase, é necessária liberdade para que o designer possa desenvolver o maior número de ideias possíveis para o problema. Nesta fase também é importante a realização esboços ou modelos tridimensionais (Löbach, 2001).

3.4.3 Terceira Fase

Os esboços ou os modelos tridimensionais são comparados e avaliados na terceira fase; nesta, pode encontrar-se qual é a melhor solução. De acordo com Burdek existem duas perguntas para a avaliação das alternativas:

Que importância tem o novo produto para o utilizador, para determinados utilizadores, para a sociedade?

Que importância tem o novo produto para o êxito financeiro da empresa?

Os critérios de avaliação resumem-se a estas duas perguntas, e dependendo dos objectivos pode dar-se um peso maior a uma delas (Bürdek, 2006).

3.4.4 Quarta Fase

A última fase é a materialização da solução escolhida. A alternativa apresentada em forma de produto converte-se (desde a primeira fase até à última) num protótipo. Determinam-se as dimensões físicas do produto. É realizado um modelo visual, onde são retratados os desenhos necessários e textos explícitos para, posteriormente, serem avaliados pelo nível hierárquico da empresa e para que se decida se é ou não colocado na linha de produção (Löbach, 2001).

3.5 Factores Estéticos

Os elementos que dão configuração aos produtos industriais (objectos), isto é, que são a essência dos produtos, e que são percebidos pelo ser humano são a forma, material, superfície e cor. Estes elementos, conjugados, dão ao objecto informação estética mas, separadamente têm pouca importância. O designer industrial deve fazer vários testes de relação entre diferentes tipos de elementos, para que os produtos se transformem em algo agradável para o ser humano (Löbach, 2001).

3.5.1 A forma

O componente mais importante na configuração dos objectos é a forma. Existem dois tipos de forma, forma tridimensional e forma plana. A forma tridimensional é aquela onde podemos observar o objecto de diferentes ângulos e perceber melhor a peça. Já a forma plana é a representação de um objecto sobre um plano, deixando de existir a possibilidade de vê-la de diferentes ângulos, mesmo com a variação do ponto de observação, a percepção continuará igual. A forma plana é mais utilizada na publicidade, pois aí pode-se mostrar a melhor face do objecto, e transmitir a impressão desejada (Löbach, 2001).

3.5.2 O Material

O uso de materiais adequados e processos de fabrico económicos são factores principais na produção industrial. Se um novo tipo de material precisa ser vendido porque é economicamente uma mais-valia, leva a que este seja um factor determinante no produto. O designer vai ser o responsável por esta tarefa de desenvolver ideias para produtos, aproveitando este novo tipo de material. Muitas das vezes, a escolha do material não recai só sobre motivos estéticos ou por se adequar à produção mas sim por razões económicas. Um

exemplo disso, verifica-se na produção de móveis, onde outrora se utilizava madeira maciça actualmente é substituída por aglomerados (Löbach, 2001).

3.5.3 A Superfície

A superfície nem sempre tem grande importância no efeito visual, produzindo no utilizador ideias de limpeza, calor, frio, fresco, etc. Certas características da superfície dos diferentes tipos de materiais tais como brilho, rugosidade, polidez, pode dar ao designer a possibilidade de criar os efeitos desejados (Löbach, 2001).

3.5.4 A Cor

Um dos princípios da aplicação da cor é o uso de cores fortes e intensas com o objectivo (em certas ocasiões) de promover a compra, excluindo a ponderação dos potenciais compradores de objectos com cores neutras. Os produtos com cores fortes destacam-se no ambiente onde estão inseridos, o que pode ser útil se a razão for destacar algo num ambiente monótono (Löbach, 2001). Actualmente, os fabricantes oferecem produtos que possibilitam satisfação ao maior número possível de utilizadores. Para tal, recorrem ao uso de cores vivas como se pode constatar na **Figura 15** onde a conceituada marca Italiana Alessi faz uso de cores vivas nos seus produtos. Outro caso de utilização de cores vivas pode-se verificar na **Figura 16** onde as cores empregues alertam para um possível perigo.



Figura 15 Produtos Alessi



Figura 16 Máquinas de Construção

Quanto à utilização de cores neutras nos objectos, estas têm por objectivo fazerem passar os objectos despercebidos no ambiente onde estão inseridos. Nem sempre um produto se deve destacar e utilizar cores vivas. Se só existissem cores fortes, os ambientes tornavam-se cansativos e mesmo “doridos” para os olhos (Löbach, 2001). Cada vez mais, os fabricantes de matérias-primas oferecem uma vasta gama de cores, possibilitando aos utilizadores escolherem as que mais desejam. Hoje em dia, alguns produtos são disponibilizados em cores neutras e cores vivas (Figura 17).

A utilização de cores neutras e cores vivas em simultâneo, no mesmo produto, cria contrastes, evitando uma monotonia da forma. O utilizador ao observar cores sente diferentes sensações. As cores escuras causam sensação de peso e fazem ligação com a terra, as cores claras produzem sensação de leveza e flutuação (Löbach, 2001).



Figura 17 Máquina de café Dolce Gusto

3.6 A importância da Cor no Design

A cor é um elemento indispensável para a representação da natureza, objectos e imagens criadas pelo Homem. De acordo com Pedrosa, "A cor não tem existência material: é apenas uma sensação produzida por certas organizações nervosas sob a acção da luz, mais precisamente, é a sensação provocada pela acção da luz sobre o órgão da visão". (Pedrosa, 1982)

A cor é uma ferramenta importante que um designer utiliza para o desenvolvimento de produtos, gráficos e para a comunicação visual em geral. A aplicação da cor no design tem como objectivo principal a diferenciação, com isto pode-se obter resultados diferentes, camuflar, chamar a atenção, indicar, etc. (Ferreira, et al.)

Um exemplo da aplicação da cor para chamar a atenção é o uso da cor vermelha no extintor de incêndio. Outro efeito que se pode obter com a cor é o efeito físico e a melhor explicação para este é a utilização do branco em telhados para reflectir o calor e a utilização de cor preta para captar energia solar. Nas salas de cirurgia utiliza-se a cor verde turquesa para anular as imagens provocadas pelo constante contacto com o sangue do paciente. A cor em si não causa sensações acústicas ou tácteis, porém as cores são consideradas como cores quentes, frias, tranquilas, excitantes, etc. (Ferreira, et al.)

3.6.1 Harmonia das cores

A definição de harmonia tem vários significados, dependendo do contexto onde é inserida. Na música é um conjunto de sons que constituem acorde musical, arte de ordenar os acordes musicais, no discurso é a qualidade de tornar as frases agradáveis ao ouvido, entre as pessoas pode significar paz e amizade. No design pode-se conseguir uma harmonia de cores, onde nenhuma domine mas onde todas combinem para formar um todo. (Ferreira, et al.)

Segundo Golding White existem alguns princípios de harmonia. Similaridade (cores semelhantes proporciona harmonia) familiaridade (cores que não são comuns podem ser desagradáveis, as cores familiares são mais fáceis de agradar ao público, cores da natureza, árvores, céu, água, terra etc.) equilíbrio (trata da quantidade, destaque e localização das cores na composição, que geralmente são obtidas pela simetria e assimetria das formas e das cores) ordem (estabelece que uma escala de cores deve ter uma ordem cuidadosamente planeada) ambiguidade (deve-se evitar ao máximo elementos de incerteza, podendo provocar desequilíbrio). (Golding, et al., 1997)

Chijiwa “só porque gostamos do azul não significa que devemos utilizá-lo em todos os nossos projectos”. Em alguns casos a utilização da cor azul pode ser apropriada mas noutros pode ser uma desgraça. "Outra maneira de aumentar a harmonia é limitar o número de cores no seu projecto. Duas ou três cores são geralmente suficientes. Cinco são demais. Não importa quantas cores você utilize, certifique-se de que há somente uma cor dominante: a que dá o “tom” a todo o sistema de cores. As outras devem ser identificadas claramente como secundárias". E ainda acrescenta, Seja Criativo e Original, estas são apenas ferramentas úteis para seus projectos, no entanto não há receitas prontas para o design". (Chijiwa, 1992)

3.7 Colorimetria

A colorimetria é um processo para medir e analisar a composição de uma cor. A avaliação é feita com base em três aspectos: Tom, Saturação e Luminosidade.

Segundo Gonzalez, para medir e quantificar a cor o sistema mais utilizado é o CIE¹³, esta medição é feita com base em três aspectos: Luminosidade, tonalidade e saturação (Gonzalez, et al., 2001). A cor pode ser transformada em três números, esses números correspondem aos eixos “L”, “a” e “b”, estes definem o método (CIELab 1976) também conhecido como RGB¹⁴.

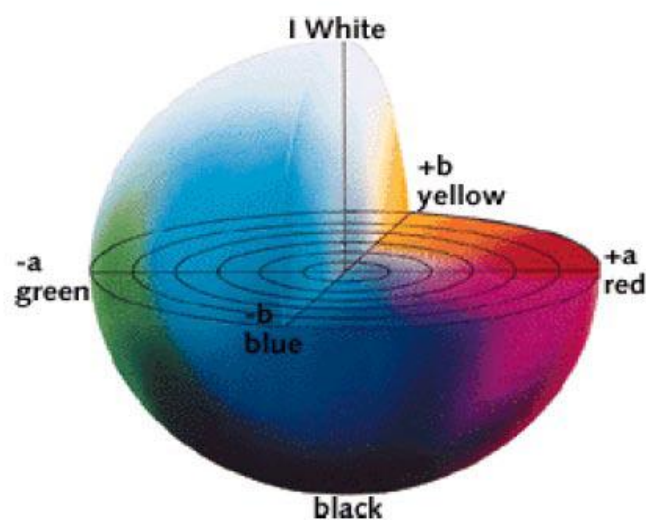


Figura 18 Imagem Tridimensional do método CIELAB 1976

¹³ Comission International de L'Eclairage

¹⁴ Red, Green and Blue

Na **Figura 18** pode-se observar o eixo existente no plano vertical - o eixo “L” -, que representa o desvio da cor entre o claro (positivo) e o escuro (negativo). O eixo “a” apresenta o desvio da cor entre o verde (negativo) e o vermelho (positivo) e o eixo “b” apresenta o desvio da cor entre o azul (negativo) e o amarelo (positivo). O ponto de coordenadas zero em “L”, “a” e “b”, é denominado ponto acromático, ou seja, define a inexistência de cor.

O sistema de medição CIE 1976 “L”, “a” e “b” é representado na **Figura 19**. Para medirmos em termos quantitativos a cor utilizamos as coordenadas de um sistema de três eixos (L, a, b). O sistema CIELAB 1976, no eixo vertical é representado os valores de Luminosidade (L) expresso em percentagem (%), o ponto de origem ou o ponto de intersecção dos eixos corresponde a 50%, o preto corresponde a 0% e o branco a 100%. O eixo horizontal “a” varia do roxo ao verde, onde a origem do referencial é 0, o roxo valores positivos e verde valores negativos, o eixo varia de $(-\infty; +\infty)$. O eixo “b” varia do amarelo positivo ao azul negativo e tal como no eixo “a” os valores variam entre $(-\infty; +\infty)$. Os eixos “a” e “b” dão os valores de tom e saturação e podemos verificar isso na **Figura 20**. As coordenadas dos eixos “a” e “b” determinam o vector C, vector de saturação e o ângulo formado por este vector corresponde ao tom. A representação total da cor corresponde ao vector E que resulta da conjugação do vector C (“a”; “b”) mais o valor da luminosidade “L” como podemos comprovar na **Figura 19**. Em qualquer caso onde seja preciso determinar ou classificar o valor colorimétrico de uma amostra, esta tem de ser representada através das coordenadas (L, a, b) (Durán Suárez, 1996).

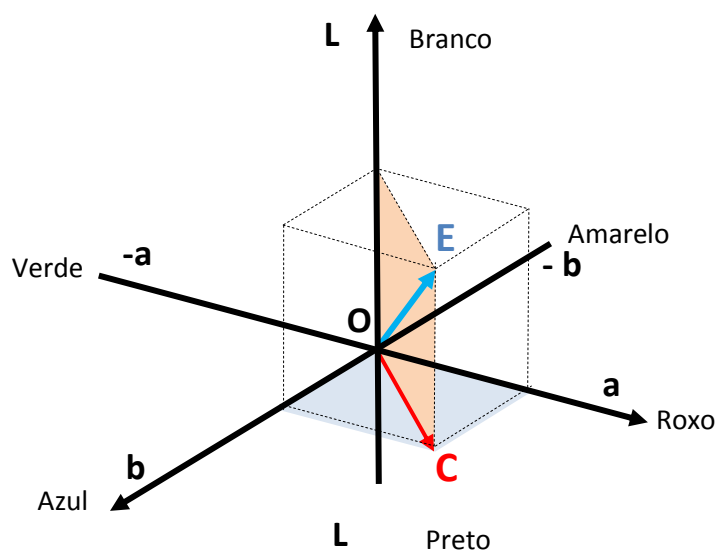


Figura 19 Representação do espaço cromático CIELAB 1976.

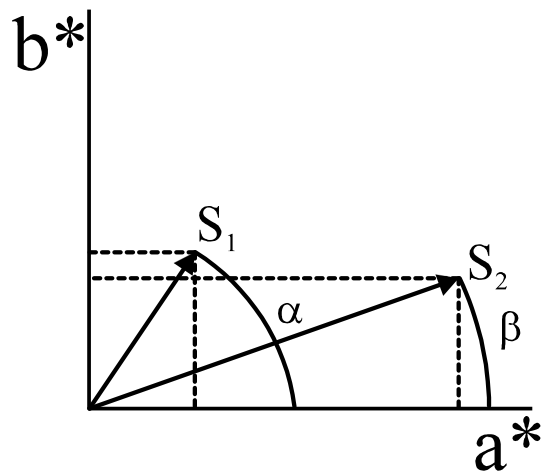


Figura 20 Representação do espaço cromático (a ; b), de duas amostras diferentes (S_1 ; S_2). Os vectores S_1 , S_2 indica-nos a saturação e os ângulos α e β os tons. (Durán Suárez, 1996)

3.7.1 Aplicação Prática da Colorimetria.

Esta parte descreve os ensaios realizados no campo da colorimetria e resultados obtidos. Estes ensaios foram realizados na Universidade de Granada com aparelhos específicos para colorimetria, com o objectivo de recolher informação sobre a cor do material. O aparelho utilizado foi um espectrofotómetro CM-2500c Konica Minolta **Figura 21**.



Figura 21 Espectrofotómetro CM-2500c Konica Minolta

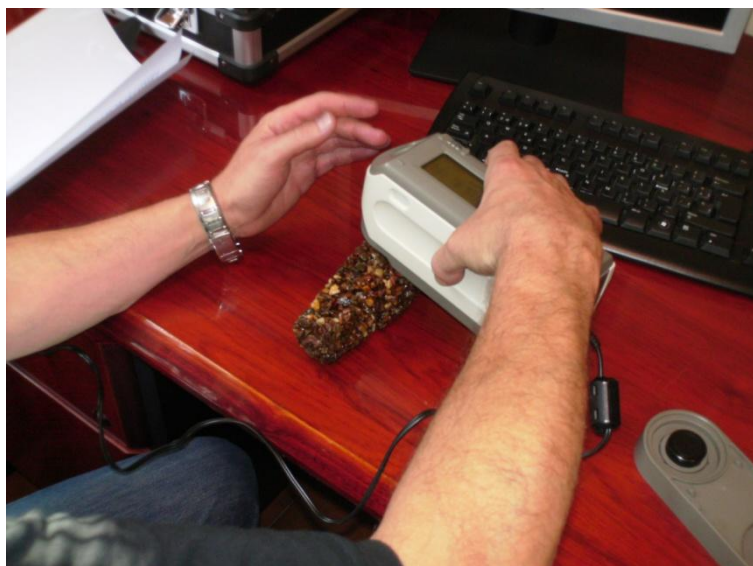


Figura 22 Utilização do espectrofotômetro para medir a amostra do material.

Na **Tabela 4** São apresentados os valores L, a e b retirados do espectrofotômetro referentes a amostra analisada. Através destes valores obtêm-se uma media que é representada no **Gráfico 1** pelo ponto preto e neste são representados os valores de “a” e “b”. Já no **Gráfico 2** é representado os valores da luminosidade.

Tabela 4 Valores dos parâmetros “L”, “a” e “b” obtidos através do espectrofotômetro referentes a amostra analisada.

SIGLA	L	a	B
1	17,85	4,91	8,32
2	27,43	5,97	11,35
3	24,54	5,45	3,49
4	30,54	5,36	13,8
5	26,03	7,88	11,33
6	22,3	3,64	8,08
7	9,47	9,84	10,72
8	15,07	5,82	11,26
MEDIA	21,654	6,1088	9,7938

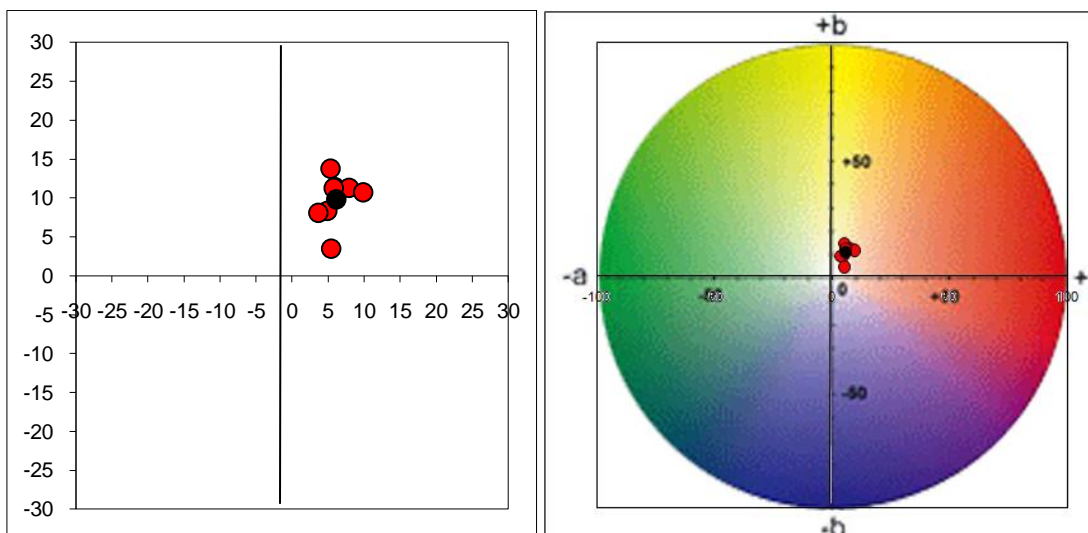


Gráfico 1 Representação gráfica dos valores “a” e “b” referentes a amostra

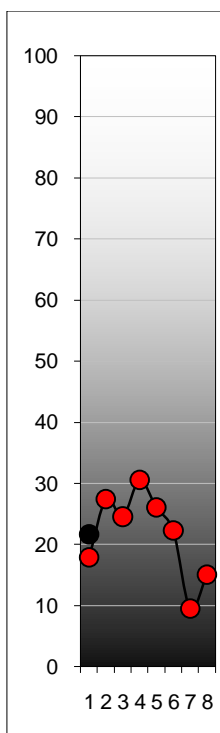


Gráfico 2 Representação gráfica dos valores de “L”

Capítulo 4

Aplicação da Metodologia

4.1 Introdução

Neste capítulo, pretende aplicar-se a metodologia descrita no capítulo anterior e aplicá-la a um caso prático. A aplicação da metodologia permite gerar vários conceitos para solucionar o problema dos agregados minerais provenientes das minas da Panasqueira. A metodologia escolhida é aplicada e exposta passo a passo, com o objectivo de desenvolver propostas inovadoras. Todos os conceitos devem ter em atenção que a solução final deve ser de baixo custo. Alguns dos conceitos serão representados tridimensionalmente e enquadrados num ambiente real, recorrendo a software 3D.

Pretende-se com este projecto promover a aplicação deste material e propor soluções em forma de produtos, bem como explorar a textura e cor que o material por si só já apresenta na geração de produtos. Para além de assumir um carácter de sensibilização dos problemas ambientais que afectam o eco sistema, este projecto também pretende demonstrar a viabilidade enquanto oportunidade de negócio.

4.2 Primeira Etapa - Preparação

O problema que se coloca é o criar novas aplicações para os resíduos provenientes das minas da Panasqueira depositados em escombrelas e que constituem um problema ambiental. Existe uma necessidade de dar utilização aos desperdícios (agregados minerais), desenvolvendo assim produtos em Betão polimérico.

A oportunidade de desenvolver produtos em betão polimérico concede-lhe resistência a solicitações mecânicas e químicas agressivas, que mantenham a cor durante todo o seu tempo de vida útil.

A relação que este material tem com o meio ambiente é a ideal pois estamos a dar a utilização a um desperdício que é colocado em escombrelas ao ar livre e que provoca um impacto negativo. O facto de estar a utilizar uma resina pode ajudar a conter substâncias que os agregados possam conter. Outra característica importante é o facto de os produtos fabricados com betão polimérico ao chegarem ao fim de vida útil podem ser novamente reciclados e reintroduzidos novamente no mercado, reduzindo assim o impacto negativo no ambiente.

Fez-se uma análise de produtos similares ou produtos desenvolvidos em betão polimérico, com o objectivo de estimular a criatividade e de ver o que está disponível no mercado. Os produtos similares pesquisados são todos aqueles objectos que estão disponíveis no mercado fabricados em Betão tradicional **Tabela 5**.

As principais vantagens dos produtos fabricados em betão polimérico são:

- Produto económico.
- Fácil de produzir (baixa tecnologia).

Tabela 5 Produtos fabricados em betão polimérico e em betão tradicional (análise de produtos similares)

Produtos Fabricados em Betão Polimérico

Nome: Sistemas pré-fabricados para edificação

Material: Betão Polímero

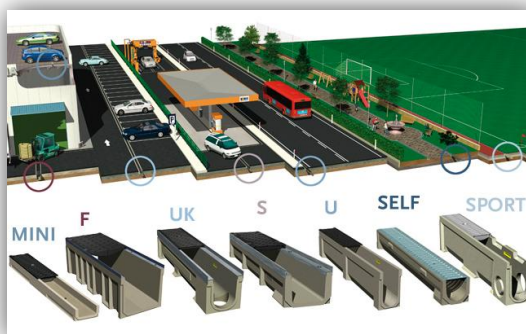
Empresa: ULMA



Nome: Sistemas pré-fabricados para drenagem

Material: Betão Polímero

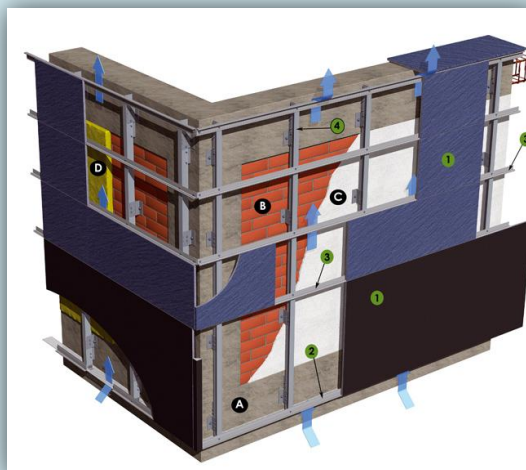
Empresa: ULMA



Nome: Sistemas pré-fabricados para fachadas ventiladas

Material: Betão Polímero

Empresa: ULMA



Nome: “Kite shape pipe”

Material: Betão Polímero

Empresa: Meyer Polycrrete



Nome: produtos para o subsolo

Material: Betão Polímero

Empresa: QUAZITE



Produtos Fabricados em Betão Tradicional

Nome: recipiente para resíduos

Material: betão com tampa de alumínio.

Empresa: Trash Receptacles.Biz



Nome: “Wausau TF1223 (42)”,
recipiente para resíduos com divisões

Material: betão reforçado, com tampa
de plástico.

Empresa: Trash Receptacles.Biz



Nome: *“Dark Grey Table With Vase”*

Material: betão e aço

Empresa: Rock Elements



Nome: *“Concrete Desk”*

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: *“Black & White Concrete Bench”*

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: *“Square Table With Blue Circle”*

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: “PCI-0018 Hexagon Planters”

Material: Exposed Aggregate Concrete

Empresa: MacKay Precast



Nome: “PCI 0035 PLANTER w/ SEATING”

Material: Exposed Aggregate Planter,
Beveled Corners, Recessed Strips
Simulated Wood Finish on Coloured
Concrete Seating

Empresa: MacKay Precast



Nome: “PCI-0030: Picnic Table”

Material: Simulated Wood Finish
Coloured Concrete Legs

Empresa: MacKay Precast



Nome: Balusters

Material: Betão

Empresa: Concrete Designs Inc



Nome: Balusters

Material: Betão

Empresa: Concrete Designs Inc



Nome: "Stair Treads"

Material: Betão

Empresa: Aristone Designs, Inc.



Nome: *“Bollard, Round Security Barrier”*

Material: Betão

Empresa: Bohlmann, Inc.



Nome: *“Decorative window frames”*

Material: Betão

Empresa: Aristone Designs, Inc.



Nome: *“Door Surrounds / Door Trim”*

Material: Betão

Empresa: Aristone Designs, Inc.



Nome: *“Bench planter”*

Material: betão e madeira

Empresa: Rock Elements



Nome: *“Concrete Wine Racks”*

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: *“Concrete Clock”*

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: *“Gray Concrete Bowl”*

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: “PCI-0012 Bench”

Material: Exposed Aggregate Concrete
Legs

Empresa: MacKay Precast



Nome: “PCI-0024 Bench”

Material: Exposed Aggregate with a
choice of concrete or cedar planks

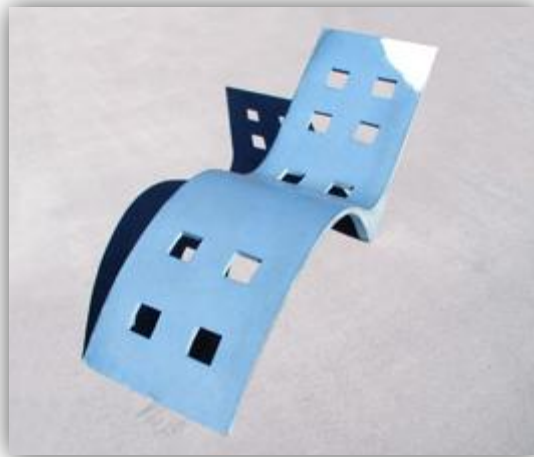
Empresa: MacKay Precast



Nome: “Flow Chaise”

Material: betão

Empresa: Rock Elements



Nome: “SL501 Bench”

Material: Reinforced Precast Concrete

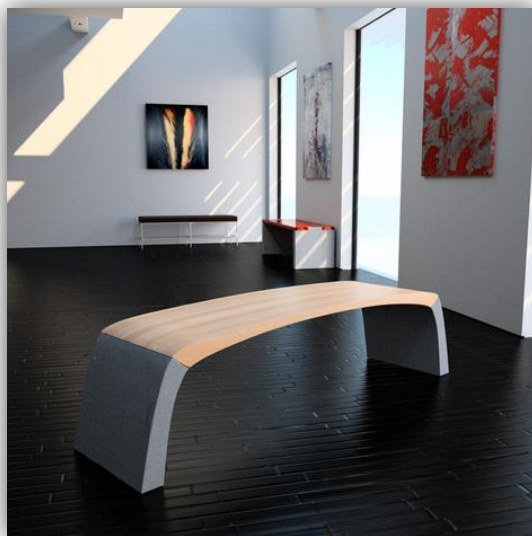
Empresa: Markstaar



Nome: “Bench”

Material: Reclaimed hardwood and a concrete base.

Empresa: Acronym Designs



Nome: “Drinking Fountains”

Material: Betão

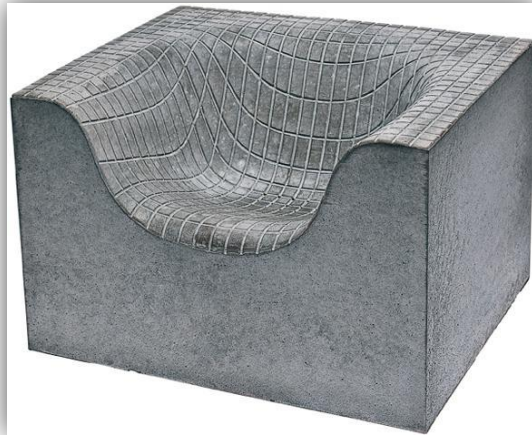
Empresa: Bohlmann, Inc..



Nome: *“Concrete Things”*

Material: Betão

Empresa: Nola



Nome: *“Single Mailbox”*

Material: Betão

Empresa: Bohlmann, Inc.



4.3 Segunda Etapa - Desenvolvimento de Ideias

Nesta etapa foram geradas ideias para possíveis produtos em betão polimérico, sendo estas ideias ilustradas em esboços. Todas as ideias de produtos foram desenvolvidas tendo em conta a utilização do mesmo material (resíduos mineiros). Inicialmente houve um contacto com o material, fazendo-se algumas experiências para perceber as suas limitações e, com base nelas, desenvolver conceitos tendo em conta essas limitações que o material impunha. Limitações essas que estão relacionadas com a espessura do material e com a forma geométrica.

Tabela 6 Esboços de produtos realizados com o apoio de um software 3D

<p>Conceito 1 Cadeira em Betão Polimérico</p>	 A 3D digital rendering of a chair. The chair is made of a dark brown, textured material that resembles polymer concrete. It has a simple, functional design with a rectangular seat, a vertical backrest, and four legs. The chair is shown from a three-quarter perspective against a plain white background.
---	---

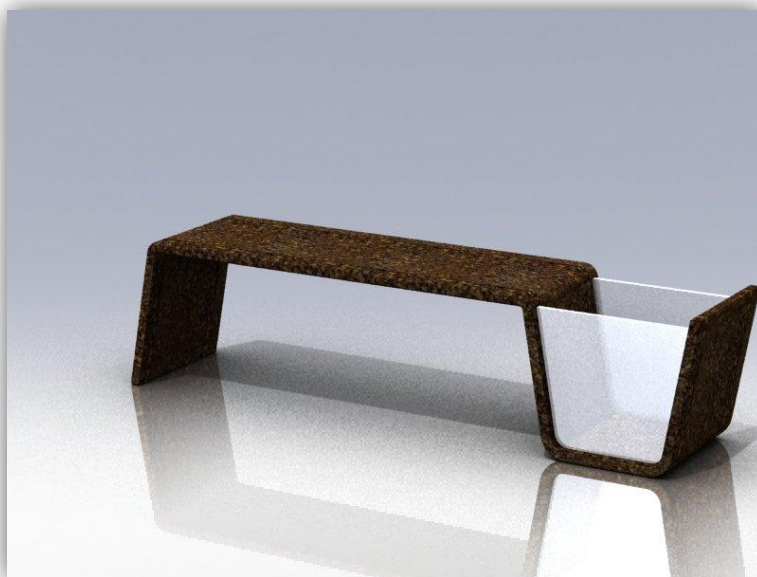
Conceito 2
Cadeira em Betão
Polimérico e acrílico



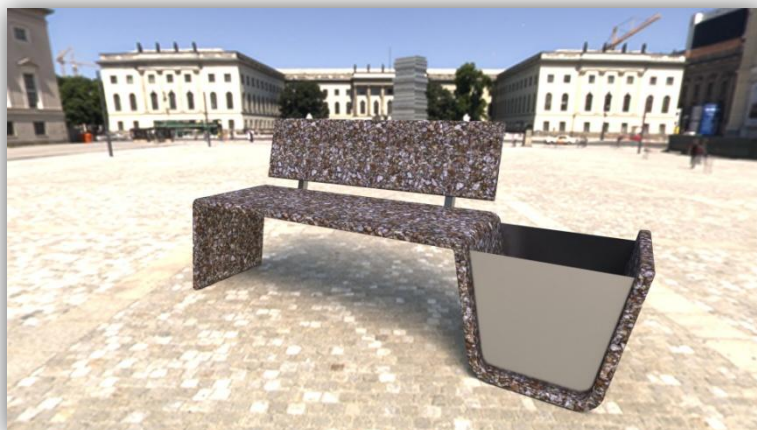
Conceito 3
Candeeiro de Rua



Conceito 4
 Banco de jardim com
 vaso para plantas



Conceito 5
 Banco de jardim com
 vaso para plantas e
 com encosto.



Conceito 6
 Cadeira com pés em
 alumínio



Conceito 7

Grade composta por três elementos. Um balaústre vertical, um corrimão e um suporte


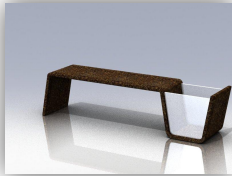
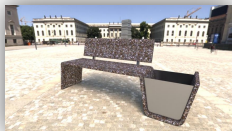




4.4 Terceira Etapa - Avaliação

Através de duas perguntas essenciais foi feita uma avaliação dos conceitos desenvolvidos. Como podemos observar na **Tabela 7** foi atribuído três níveis a cada pergunta, bom, médio e baixo. Os factores de avaliação que foram tidos em conta para a importância do produto para o utilizador foram ergonomia, segurança estética e para a importância do produto para o êxito financeiro da empresa foi o custo de fabricação do produto, pois um dos objectivos era o desenvolvimento de produtos tecnológicos de baixo custo.

Tabela 7 Avaliação dos conceitos

	Importância do produto para o utilizador?			Importância do produto para o êxito financeiro da empresa?		
	Bom (+)	Médio (+-)	Baixo (-)	Bom (+)	Médio (+-)	Baixo (-)
Conceito 1 		✓			✓	
Conceito 2 		✓			✓	

<p>Conceito 3</p> 	✓					✓
<p>Conceito 4</p> 	✓				✓	
<p>Conceito 5</p> 	✓				✓	
<p>Conceito 6</p> 	✓			✓		
<p>Conceito 7</p> 		✓			✓	

4.5 Quarta Etapa - Solução Final

4.5.1 Protótipos

Foram efectuados alguns protótipos com a finalidade de perceber melhor como o material se comporta. Os protótipos não foram realizados a escala real, houve a necessidade de reduzir a escala devido ao tamanho elevado das peças. A escala utilizada foi 1/2, metade do tamanho real. Como foi feita uma redução na escala dos protótipos também foi necessário reduzir ao tamanho do agregado, o que levou a que a percentagem de resina utilizada normalmente (3%) também tivesse que ser alterada. Quanta mais pequenos os agregados forem mais resina é necessária para que a mistura seja bem sucedida. Os primeiros protótipos foram realizados com 3% de resina e ao serem retirados dos respectivos moldes foram encontrados problemas na compactação dos agregados, para tal foi preciso fazer novos protótipos mas desta vez aumentando a percentagem de resina. Outro dos problemas encontrados foi o facto de os moldes serem pequenos e frágeis impossibilitando uma melhor compactação dos agregados o que originou alguns protótipos mal sucedidos. A resina foi aumentada de 3% para 3,5% mas os problemas continuaram, as peças ao serem retiradas partiam-se, houve então a necessidade de aumentar outra vez a percentagem de resina para 4%.

4.5.2 Aplicação prática

Para a realização dos protótipos foi preciso alguns procedimentos, tais como a construção de moldes, limpeza dos agregados e medição da resina.

4.5.2.1 Realização dos Moldes

Os moldes utilizados para a elaboração dos protótipos foram feitos em gesso mas como este material era absorvente houve a necessidade de dar um tratamento a superfície que ia estar em contacto com a resina para esta não se agarrar ao molde. Foram experimentados vários métodos para o tratamento da superfície de entre os quais a aplicação de uma tinta impermeável, ou a aplicação de fita-cola, em ambos os casos era preciso a aplicação de um desmoldante, e neste caso foi utilizada vaselina para que os protótipos não ficassem agarrados aos moldes e fosse mais fácil retirá-los.

4.5.2.2 Preparação dos agregados

Os agregados encontravam-se em vasilhas nas instalações da Universidade, como tal foi preciso uma preparação destes para que tanto os agregados grossos como os finos tivessem as dimensões pretendidas de forma a obter uma mistura homogénea. Como os moldes eram de pequenas dimensões os agregados maiores tiveram que ser retirados manualmente para que o vazamento da mistura dos agregados com a resina fosse mais fácil e que pudessem entrar sem restrições. Os resíduos foram postos num crivo para que fosse feita uma limpeza com recurso a um compressor de ar com o objectivo de retirar pó e areias **Figura 23**. Esta limpeza foi feita com ar e não com água para que os agregados não fossem molhados pois isto traria problemas para a ligação da resina e também porque os agregados ao serem molhados e ao entrarem em contacto com a resina a cor iria ser alterada. Depois da limpeza dos agregados procedeu-se a obtenção do volume necessário para o enchimento dos moldes.



Figura 23 Limpeza dos agregados com ar (Antunes, 2009)

4.5.2.3 Preparação da resina

A preparação da resina engloba três componentes, resina, activador e catalisador. As informações do fabricante eram que não se podia juntar o activador e o catalisador, podendo ocorrer perigo na fusão. O primeiro passo foi a pesagem dos três componentes, depois misturou-se o activador e por fim o catalisador. A mistura não tem uma ordem, só não se pode misturar o activador e o catalisador.



Figura 24 Pesagem da Resina (Antunes, 2009)



Figura 25 Pesagem do Catalisador (Antunes, 2009)



Figura 26 Pesagem do Activador (Antunes, 2009)



Figura 27 Mistura da Resina do activador e do catalisador (Antunes, 2009)

4.5.2.4 Mistura dos agregados e da resina

Depois de os agregados estarem limpos e da resina estar pesada e misturada procedeu-se a junção da resina com os agregados (Figura 28) ate que estes estivessem completamente molhados (Figura 29).



Figura 28 Mistura da resina com os agregados



Figura 29 Agregados completamente molhados pela resina

4.5.2.5 Enchimento dos moldes de gesso

Após a resina e os agregados estarem misturados procedeu-se ao vazamento do material para os respectivos moldes, estes tiveram que ser previamente preparados com a aplicação de fita-cola e vaselina para que o material não aderir-se aos moldes e facilitar a extracção dos protótipos. Os primeiros protótipos foram realizados com 3% de resina e ao se retirar do molde este não se encontrava compacto, facilmente se separavam um dos outros, partindo-se a peça. Este acontecimento devia-se ao facto de se ter reduzido ao tamanho do agregado, o que leva a que a percentagem de resina tenha que ser aumentada. Houve então a

necessidade de realizar novos protótipos, aproveitando os moldes já existentes, mas desta vez com um aumento da percentagem de resina para 3,5%. Com o aumento da resina o mesmo sucedeu que com os primeiros protótipos mas verificou-se que houve uma melhoria, mas que ainda não estava nos padrões pretendidos, foram então feitos novos protótipos mas desta vez com uma percentagem de resina de 4% e estes foram bem sucedidos, foram retirados dos moldes e encontravam-se em bom estado, apresentando boa resistência.



Figura 30 Molde em gesso preparado para ser enchido

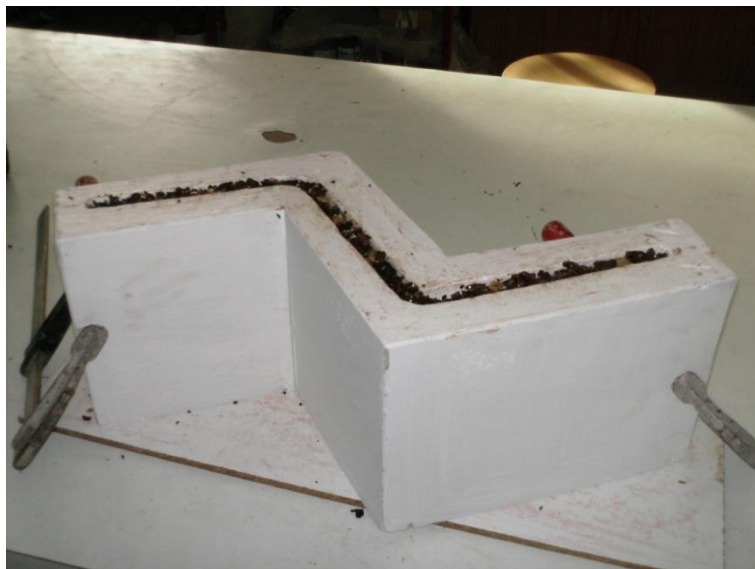


Figura 31 Molde de gesso enchido com o material



Figura 32 Protótipo de uma cadeira

Conclusões

Hoje em dia para criar um produto competitivo o designer tem de inovar nos materiais na forma e nos processos produtivos e para que isto aconteça ele deve ter conhecimento de várias áreas científicas tais como materiais, processos de fabrico e cada vez mais com áreas ligadas a sustentabilidade e avaliação do impacto ambiental. Assim este trabalho permitiu aprofundar o conhecimento teórico e pratico nas áreas dos materiais e na área de reaproveitamento de resíduos. Existe cada vez mais uma consciência que os resíduos provenientes da extracção mineira não podem ser depositados em escombreliras, provocando um impacto ambiental negativo o que levou a necessidade de dar utilidade aos resíduos provenientes da extracção mineira e a grande quantidade de materiais depositados nas escombreliras pode ser um recurso com elevadas vantagens económicas. Foi possível obter uma solução para o problema dos resíduos de extracção mineira, desenvolvendo produtos que usam os resíduos como material. Esta solução passa por produtos inovadores, que não tem de estar limitado a formas planas para revestimentos. Outra aplicação para estes resíduos passa pela conservação e restauro, escultura decoração e sistemas pré-fabricados.

Os protótipos desenvolvidos permitiram demonstrar que a metodologia escolhida era valida para o problema dos resíduos e que estes eram uma mais-valia para os produtos, pois apresentam uma cor próxima as cores da natureza, o castanho e por isso as pessoas tinham a tendência a apreciar as cores que são mais comuns no dia-a-dia. Estes protótipos permitiram também perceber que para o desenvolvimento de produtos de resíduos minerais não era necessário muita tecnologia, pois eram simples de se fabricar exigindo pouco gastos económicos. Podemos assim concluir que a todas as pesquisas relacionadas com o desenvolvimento de matérias e produtos sustentáveis têm relevante importância visto que existe uma necessidade urgente de parar com a degradação do meio ambiente.

Recomendações para Trabalhos Futuros

Os trabalhos futuros passam pela realização de mais protótipos com a introdução de reforços metálicos ou de fibra para uma melhoria das propriedades. Através da separação mecânica dos agregados poderá obter-se diferentes produtos, com outras características estéticas, pois com a diminuição do agregado a textura e cor sofreram alterações. Diferentes tamanhos de agregados proporcionam diferentes texturas.

Realização de novos protótipos com a introdução de corantes na resina proporcionando cores diferentes. Existe assim a possibilidade de obter a cor que se deseja pela introdução destes na resina.

Alargar o campo de utilização do material para outras áreas sem ser a área do mobiliário urbano e desenvolver formas diferentes das que até aqui tinham sido desenvolvidas.

Estudar a viabilidade de um negócio que tenha como objectivo a constituição de uma empresa que fabrique produtos com este material.

Bibliografia

- Afuah, A. 1998.** *Innovation Management. Strategies, Implementations and Profits.* Oxford University Press : s.n., 1998.
- ANAIP. 2004.** *Los Plásticos en España. Hechos y cifras, 2003 . Confederación Española de Empresarios de Plásticos.* 1ª Ed. Madrid : s.n., 2004.
- Antunes, Cláudia S.R. 2009.** *Desenvolvimento de Unidades de Revestimento de Base Polimérica com Resíduos das Minas da Panasqueira, Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior,.* Covilhã : s.n., 2009.
- Ashby, M., Bréchet, Y. J., Cebon, D., Salvo, L. 2004.** "Selection Strategies for Materials and Processes". *Materials and Design.* Nº 25, pp.51-67. 2004.
- Ashby, Michael Farries. 2005.** *Materials and the Environment: Eco-Informed Material Choice.* 2005.
- Barbero, E. J. 1999.** *Introduction to Composite Materials Design.* Londres : Taylor & Francis, 1999.
- Berkowitz, M. 1987.** *Product Shape as a Design Innovation Strategy Journal of Product Innovation Management, nº4, pp. 274-283.* 1987.
- Bonsiepe, Gui. 1992.** *Teoria e Prática do Design Industrial. Edição Portuguesa Centro Português de Design,.* Lisboa : s.n., 1992.
- Bryson, B. 1994.** *Made in America.* London : s.n., 1994.
- Bürdek, Bernhard E. 2006.** *Design : história, teoria e prática do design de produtos; tradução Freddy Van Camp.* São Paulo : s.n., 2006.
- BURGELMAN, R. et al. 1996.** *Strategic Management of Technology and Innovation.* Boston : s.n., 1996.
- Callister, Jr., W.D. 2002.** *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução. Editora LTC, 5 Ed. ISBN: 85216-1288-5.* Rio de Janeiro : s.n., 2002.
- Charles, J.A., Crane F.A. e Furness, J. A. 1997.** *Selection and use of Engineering Materials. 3ª Ed., Butterworth-Heinemann, pp.3-18.* Oxford : s.n., 1997.
- Chijiwa, Hideaki. 1992.** *Color Harmony: A guide to creative color combinations Rockport Publishers.* Japão : s.n., 1992.
- Christensen, C. 1995.** *Asset Profiles for Technological Innovation, Research Policy, nº24, pp. 727-745.* 1995.
- Cool, K and Schendel, D. 1987.** "Strategic Group Formation and Strategic Skills: a longitudinal analysis of the US pharmaceutical industry", *1963-1982, Management Science, 33(9), 1102-24.* 1987.

- Dosi, G. 1988.** *Sources, procedures and microeconomic effects of innovation.* Journal of Economic Literature : s.n., 1988.
- Drucker, P. 1985.** *Opportunities to innovate: the seven sources Innovation and Entrepreneurship.* Butterworth Heinemann. : s.n., 1985.
- Durán Suárez, J. A. 1996.** *Estudio de consolidantes y protectivos para restauración de material pétreo. 1ª Ed. Granada: Departamento de Mineralogía y Petrología.* Universidad de Granada. : s.n., 1996.
- Evbomwan, N.F.O., Sivaloganathan, S. and Jebb, A. 1995.** *Concurrent Materials and Manufacturing Process Selection in Design Function Deployment. Concurrent Engineering: Research and Applications, 3, p135-144.* 1995.
- Fagerberg, Jan. 2005.** *Innovation: A Guide to the Literature.* The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press : s.n., 2005.
- Ferreira, A. J. M. Novembro, 2001.** *Introdução aos betões e argamassas.* FEUP, Porto : s.n., Novembro, 2001.
- Ferreira, Kênya Xavier, Dias, Maria Regina Álvares Correia and Pereira, Alice Teresinha Cybis.** *Utilização das Cores na Arquitetura e no Design com Apoio Computacional.*
- Freeman, C. 1989.** *The economics of industrial innovation.* Cambridge : s.n., 1989.
- . **1982.** *The Economics of Industrial Innovation.* London : s.n., 1982.
- . **1997.** *The National Innovation Systems in Historical Perspective.* Cambridge : s.n., 1997.
- Garcia, R. and Calantone, R. 2002.** *A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review.* 2002.
- Gemer, G. and Leenders, M. 2000.** *How Integrating Industrial Design in the Product Development Process Impacts on Company Performance, The Journal of Product Innovation Management, nº18, pp. 28-38.* 2000.
- Gemser, G. 1999.** *Design Innovation, and Value Appropriation , não publicado, Ph. D. thesis.* Rotterdam School of Management, Erasmus University : s.n., 1999.
- Golding, Mordy and White, Dave. 1997.** *Guia de Cores para Web designers.* São Paulo : s.n., 1997.
- Gonçalez, J. C., et al. 2001.** *Colorimetria quantitativa: uma técnica objectiva de determinar a cor da madeira. Brasil Florestal, n. 72, . Brasília : s.n., 2001.*
- Hamel, Garyl.** *Liderando a Revolução.*
- Jorge Uesu, Marco Aurélio Oliveira Abbonízio, Naotake Fukushima. Março 2003.** *Inovação através do design como ferramenta para competitividade . Curitiba : s.n., Março 2003.*

- Juvandes, L., Figueiras, J.A. and Marques, A.T. 1996.** *The Use of Composites Materials for Building Construction. 1er Congreso Internacional sobre Los Materiales Compuestos Aplicados en Arquitectura y Construcción.* ARQUIMACOM, Sevilla : s.n., 1996.
- Leite, M. B. 2001.** *Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e de demolição.* Porto Alegre : s.n., 2001.
- Linda, L. and Clements, C. 2004.** *Composite Materials: Introduction and Overview. SAMPE 2004: Materials & Processing: Sailing Into the Future.* San Diego : s.n., 2004.
- Löblich, Bernd. 2001.** *Design industrial : bases para a configuração dos produtos industriais; tradução Freddy Van Camp.* São Paulo : s.n., 2001.
- López Mateo, L. 2002.** *Perspectivas de los Materiales Compuestos en España. 16ª Jornadas de Materiales Compuestos/Plásticos Reforzados.* Barcelona : s.n., 2002.
- Lorenz, C. 1986.** *The Design Dimension.* Basil Blackwell, Oxford. : s.n., 1986.
- Lundvall, B. A. 1992.** *National Systems of Innovation.* London : s.n., 1992.
- Malthus, T.R. 1798.** *An essay on the principle of population .* 1798.
- Mansó, J. 2004.** *Procedimientos de fabricación de los composites y su aplicación en la construcción. Materiales Compuestos Avanzados en la Construcción. 1.* Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. : s.n., 2004.
- Manzini, Ezio. 1993.** *A matéria da invenção. Edição Portuguesa, tradução de Pedro Afonso Dias, Centro Português de Design.* Lisboa : s.n., 1993.
- Miravete, Antonio. 1995.** *Los nuevos materiales en la construcción. 2ª ed.* Zaragoza : s.n., 1995.
- MMSD. 2002.** *Breaking new ground: Mining, Minerals and Sustainable Development Project. IIED e WBCSD.* London : s.n., 2002.
- Monteiro, Delfim Ferreira. 2005.** *Comportamento à fractura e à fluência de betões poliméricos.* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto : s.n., 2005.
- Mutlu, B. and Er, A. 2003.** *Design Innovation: Historical and Theoretical Perspectives on Product Innovation by Design”, paper apresentado na 5ª Conferencia da European Academy of Design.* Barcelona : s.n., 2003.
- OCDE. 2002.** *Manual de Frascati (2002), “Proposed standard practice for surveys of research and experimental development” (sexta revisão).* Paris : s.n., 2002.
- . **1997.** *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation data. Oslo manual.* Paris, France : s.n., 1997.
- Patrícia C. T. Gonçalves, João Manuel R. S. Tavares, Pedro P. C. Camanho.** *Desenvolvimento de uma Interface Gráfica para a Ferramenta Computacional FastComp .* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto : s.n.

- Pé-Curto, A., et al. 2002.** *Património Geológico da Mina do Bugalho – Valorização do seu Passado Histórico-Mineiro*. In Brandão, J.M. (coord.), *Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro, Lisboa: Museu do Instituto Geológico e Mineiro*. 2002.
- Pedrosa, Israel. 1982.** *Da Cor à Cor Inexistente*. Rio de Janeiro : s.n., 1982.
- Porter, M. 1990.** *The Competitive Advantage of Nations*. 1990.
- Raizman, David. 2003.** *History of Modern Design*. Laurence King Publishing LTD. London : s.n., 2003.
- Reis, J. L. M. 2004.** *Fracture Mechanics of Polymer Concrete*. FEUP, Porto : s.n., 2004.
- Revuelta, D. 2004.** *Introducción al Seminario Materiales Compuestos Avanzados en la Construcción. Conferencia pronunciada el 12 de abril de 2004 en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)*. Madrid : s.n., 2004.
- Ribeiro, M. C. S., et al. October, 2001.** *Mechanical Behaviour of Polymer Concrete*. In *CCC2001 Composites in Construction*. Porto, FEUP : s.n., October, 2001.
- Rogers, E. M. and Shoemaker, F.F. 1971.** *Communication of innovations: a cross cultural approach*. NY : s.n., 1971.
- Santiago, M. O., et al. October 2001.** *Historical Record and Building Applications of Polymeric Mortars*. In *CCC2001, Composites in Construction*. FEUP, Porto : s.n., October 2001.
- Schumpeter, J. A. 1942.** *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York : s.n., 1942.
- . **1939.** *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalism Process*. New York and London : s.n., 1939.
- . **1947.** *The creative response in economic history*. Cambridge : s.n., 1947.
- Sousa, Luís Miguel Nunes de. 2005.** *Desenvolvimento de produtos em Betão Polimérico*. Aveiro : s.n., 2005.
- Ulrich, K. T and Eppinger, S. D. 1995.** *Product Design, and Development*. MIT (USA) : s.n., 1995.
- UNEP. 2000.** *Mining – facts, figures and environment”, UNEP, Industry and Environment*,. 2000.
- Valente, Sandra., Figueiredo, Elisabete. and Coelho, Celeste. 25 a 28 Junho, 2008.** *Entre os riscos e os benefícios – análise da percepção social do risco em duas comunidades mineirasmineiras, VI Congresso português de sociologia*. Lisboa : s.n., 25 a 28 Junho, 2008.
- Ventura, Ana Mafalda F.M.** *Os Compósitos e a sua aplicação na Reabilitação de Estruturas metálicas*. Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Lisboa : s.n.
- Walsh, V., et al. 1992.** *Winning by Design: Technology, Product Design and International Competitiveness*. Oxford (UK) : s.n., 1992.

WCED. 1987. *Report of the World Commission on the Environment and Development.* Oxford : s.n., 1987.

Zhao, L., et al. July 2001. *Design and Evaluation of Modular Bridge Systems using FRP Composite Materials.* In *FRPRCS-5, Fibre-reinforced plastics for Reinforced Concrete Structures.* Cambridge : s.n., July 2001.

Anexos

Anexo A

Relatório Fotográfico do Segundo Protótipo Desenvolvido

1- Maquetas



2- Moldes



3- Enchimento dos moldes



4- Retirar os protótipos dos moldes (primeiras peças partiram-se)



5- Peça final



**Artigo I – submetido em Setembro 2010 ao encontro nacional de
materiais e estruturas compósitas, FEUP**

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS TECNOLÓGICOS USANDO RESÍDUOS MINERAIS

André R. Ferreira^{*}, Abílio P. Silva^{*}, J. Castro-Gomes^{*} e Rafael P. Cano[†]

^{*} Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior (FEUBI)
Universidade da Beira Interior
Calçada Fonte do lameiro, 6200-001 Covilhã, Portugal
e-mail: abilio@ubi.pt, web page: <http://www.ubi.pt>

[†] Faculdade de Belas Artes da Universidade de Granada
Universidade de Granada
Avda. Andalucía, s/n Edificio Aynadamar - 18071 Granada, Espanha
e-mail: peralbo@ugr.es, web page: <http://www.ugr.es>

Palavras - Chave: Valorização de resíduos, Materiais Compósitos, compósitos poliméricos, Resíduos de minas.

Resumo. *Com este trabalho pretende-se demonstrar a viabilidade do desenvolvimento de novos produtos fabricados a partir de compósitos poliméricos, aproveitando e valorizando resíduos minerais das Minas da Panasqueira. Introduce-se conceitos inovadores de design industrial apresentando novas ideias no contexto do mobiliário urbano tanto em aplicações interiores como exteriores valorizando o processo produtivo desde a preparação de moldes, fabrico de protótipos e seu enquadramento em ambientes exterior onde as propriedades como a cor e a textura são uma mais-valia arquitectónica.*

1 INTRODUÇÃO

As Minas da Panasqueira, situadas na Beira Baixa, Portugal, entre os concelhos da Covilhã e do Fundão, estão em exploração regular desde do início do século XX, sendo o maior centro de produção mineiro da Região Centro e uma das minas mais importantes de volfrâmio do mundo. A contínua exploração dos recursos naturais gerou situações graves e fortes impactos ambientais como a poluição atmosférica, a contaminação da água, a acumulação de resíduos sólidos e consequente degradação da paisagem e o armazenamento de resíduos em barragens de lamas [1].

A extracção mineira nas Minas da Panasqueira originou enormes escombrelas que constituem “feridas” abertas com impacto visual negativo, destruindo a vegetação, constituindo uma fonte de insegurança e de poluição, e por serem banhadas pelo rio Zêzere com o risco acrescido de contaminação da bacia de Castelo de Bode. A utilização destes desperdícios minerais depositados em escombrelas para o fabrico de produtos de mobiliário urbano em compósitos poliméricos, pode ser uma alternativa comercialmente atraente para minimizar este problema.

As propriedades mecânicas foram anteriormente comprovadas sendo viável a marcação marcação CE (tendo em conta os requisitos exigidos na Norma EN13748-2) de unidades de revestimento para uso exterior destes compósitos poliméricos [2].

Neste trabalho desenvolveram-se vários produtos fabricados com materiais compósitos formados por agregados minerais de tamanho grosseiro provenientes das escombreyras da Mina da Panasqueira ligados por uma matriz de resina de poliéster insaturada produzida pela Plastiform Plásticos Y Tranformados S.A. Os produtos desenvolvidos apresentam propriedades técnico-artísticas inovadoras com destaque para a sua cor e textura e o seu enquadramento em espaço urbano.



Figura 1: Protótipo de uma cadeira de jardim em compósito polimérico.



Figura 2: Enquadramento do conceito em ambiente urbano.

REFERENCIAS

- [1] S. Valente, E. Figueiredo e C. Coelho, *“Entre os riscos e os benefícios – análise da percepção social do risco em duas comunidades mineiras”*, VI Congresso Português de Sociologia, 25 - 28 Junho, Lisboa (2008).
- [2] J.P. Castro-Gomes, Cláudia S.R. Antunes, A.P. Silva, R. Peralbo Cano e J.A. Durán Suárez, *“Valorização de Resíduos de Minas como Novos Materiais de Construção em Aplicações Técnico Escultóricas”*, CVR - Centro de Valorização de Resíduos, (2010).