

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL NA EXECUÇÃO DE MOBILIÁRIO FIXO NUMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO. O CASO DA EMPRESA CASAIS – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO

Cláudia de Lima^{1*}, Miguel Pires², Jorge L. Alves^{1 e 3} e Bárbara Rangel^{1 e 4}

1: Faculdade de Engenharia

MDIP – Mestrado em Design Industrial e de Produto da Universidade do Porto

e-mail: up201607608@fe.up.pt

2: CASAIS – Engenharia e Construção

Grupo CASAIS

e-mail: miguelpires@casais.pt

3: INEGI, Faculdade de Engenharia

Universidade do Porto

e-mail: falves@fe.up.pt

4: Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia

Universidade do Porto

e-mail: brangel@fe.up.pt

Palavras-chave: Desenvolvimento de produto, mobiliário fixo, design industrial, construção civil

Resumo. *A eficácia do desenvolvimento de produto é encarada como um ponto inerente ao sucesso de uma empreitada. Tipicamente o mobiliário fixo é desenhado e desenvolvido individualmente e exclusivamente para um determinado projeto – feito à medida – de acordo com as especificações do projeto e os requisitos do cliente. Este modelo de mobiliário é tão único e está tão adaptado a determinado projeto que não pode ser reutilizado para outro projeto. Deste modo o design e desenvolvimento de mobiliário fixo torna-se uma tarefa repetitiva que tem de ser executada cada vez que um projetista tem em mãos um projeto novo. Dada as exigências atuais no sector da construção, é pertinente orientar de forma estratégica as atividades de desenvolvimento de produto para tirar maior proveitos dos recursos e dos processos.*

A revisão bibliográfica permitiu assinalar as semelhanças e diferenças entre o sector industrial e da construção e identificar métodos de produção industrial adequados para a execução de mobiliário fixo no âmbito da construção. É dado maior foco às abordagens que permitam desenvolver um grande número de variantes de produtos a partir de um número reduzido de componentes, que encurtam o tempo de desenvolvimento e que permitam a gestão de informação dos produtos desenvolvidos. A relevância deste estudo é justificada pela necessidade de alcançar a normalização dos produtos integrados na arquitetura e ao mesmo tempo conseguir dar resposta às variadas solicitações a que este tipo de produto está sujeito.

Um caso de estudo, realizado na Casais – Engenharia e Construção, comprova que ao integrar métodos de modularização e gestão de produtos, é possível proporcionar uma ampla variedade de produtos, normalizados na empresa, sem comprometer a complexidade interna. Propõe-se uma estratégia para desenhar e desenvolver mobiliário fixo baseada numa plataforma de produto, apropriada para uma empresa de construção que, para além de executar a obra, participa também no projeto de pré-construção e arquitetura.

Os resultados mostram que esta estratégia contribui positivamente para a redução do tempo de desenvolvimento de mobiliário fixo e para a qualidade da apresentação do produto, porém, apresenta limitações pela escolha restrita de modelos.

1. INTRODUÇÃO

O desempenho do processo de desenvolvimento de produto influencia um projeto de construção de um edifício. Dada a sua importância e as atuais procuras do setor da construção, tais como o aumento da complexidade dos edifícios e das exigências dos clientes, o número reduzido de mão de obra especializada, custos altos de estaleiro e de operação, os altos padrões de qualidade e a competitividade no setor, é importante orientar a construção para a normalização e industrialização [1]. Deste modo, é relevante abordar o modo como os produtos integrados nos edifícios, como é o caso do mobiliário fixo, são executados no setor da construção e que métodos de produção industrial poderão contribuir para normalização e industrialização destes.

Tipicamente, o mobiliário fixo é desenhado e desenvolvido única e exclusivamente para um determinado projeto – feito à medida – de acordo com as especificações do projeto e com os requisitos do cliente. Este modelo de mobiliário é tão único e está tão adaptado a determinado projeto que não pode ser reutilizado para outro projeto. Assim, o design e desenvolvimento de mobiliário fixo torna-se uma tarefa repetitiva que tem de ser executada cada vez que um projetista tem em mãos um projeto novo. Torna-se necessário repensar os processos de design e desenvolvimento de mobiliário fixo para aumentar a normalização e implementar métodos que permitam a industrialização destes produtos. No entanto, na construção, um edifício é considerado um ‘produto’ único e portanto, exige o desenvolvimento de um mobiliário único. Este estudo procura dar resposta à questão: ‘Como é que o podemos equilibrar a normalização e a variedade de produtos - mobiliário fixo – de modo a obter vantagens?’

A forma como o mobiliário é executado no setor industrial e no setor da construção, nunca poderá ser o mesmo, visto que apresentam características próprias de cada setor. Inclui-se neste estudo uma análise que compara os dois setores, distinguindo as peculiaridades de cada uma, e uma análise dos métodos correntes de produção industrial – métodos de modularização e gestão de informação – para o desenvolvimento de produto.

Num caso de estudo, realizado na empresa de construção – Casais – Engenharia e Construção -, é realizado um diagnóstico relativo ao processo de desenvolvimento de produto, aos recursos existentes e às oportunidades de melhoria. Após alinhar as recomendações retiradas da literatura revista e as características particulares desta empresa foi definida uma estratégia alternativa para o desenvolvimento de mobiliário fixo modular. Para avaliar a eficácia desta estratégia, é feita uma comparação entre estratégia corrente e a alternativa, na qual são medidas cinco variáveis: a qualidade da apresentação do produto (i), o tempo de resposta (ii), a eficiência da produção (iii), a eficiência na montagem (iv), e a liberdade de opções no design (v).

Os resultados provam que a estratégia baseada na modularização do mobiliário fixo em plataforma teve um impacto positivo nesta empresa de construção, trazendo benefícios principalmente no tempo de resposta por parte do arquiteto ou projetista. A estratégia alternativa distingue-se da corrente, por investir na apresentação do mobiliário, o que conseqüentemente se refletiu na melhoria significativa da qualidade da apresentação do produto ao cliente/dono de obra, ao arquiteto, ao projetista e a outros que, de uma forma ou outra, tenham de comunicar/apreender informação referente ao mobiliário fixo de uma obra. No entanto, prova-se que a modularização de mobiliário fixo deve ser considerada como uma alternativa, não conseguindo dar resposta a todas as solicitações de clientes e de projeto.

Depois da introdução, o artigo apresenta um capítulo de análise comparativa entre o setor industrial e da construção, um capítulo do caso de estudo, na qual se descreve, implementa e avalia a estratégia proposta e um capítulo de resultados. Por fim, são tecidas as considerações finais a respeito da estratégia.

2. ANÁLISE DO SETOR INDUSTRIAL E DA CONSTRUÇÃO

A indústria e a construção apresentam semelhanças e diferenças nos seus processos, metodologias, abordagens e produto final. Para perceber as características que separam estas duas indústrias é importante reconhecer as diferenças entre a dimensão do ‘produto’ final de um processo industrial e de

um processo de construção, assim como o número de ‘produtos’ resultantes deste processo. Na figura 1 apresenta-se a definição de determinado produto conforme a sua dimensão e a quantidade em que é produzido. A produção em massa refere-se tipicamente à indústria e exige maior número de produtos de menor tamanho – p. ex. produção de garrafas de vidro. O projeto, refere-se tipicamente à construção, p. ex. a um edifício ou lote, e é caracterizado pela sua grande dimensão e um pequeno ou único número de produto(s). Entre estes dois extremos surge a produção em lote, que se refere à produção de pequenas séries de produtos que visam responder a indicações individuais de clientes ou de grupos – como é o caso do mobiliário fixo.

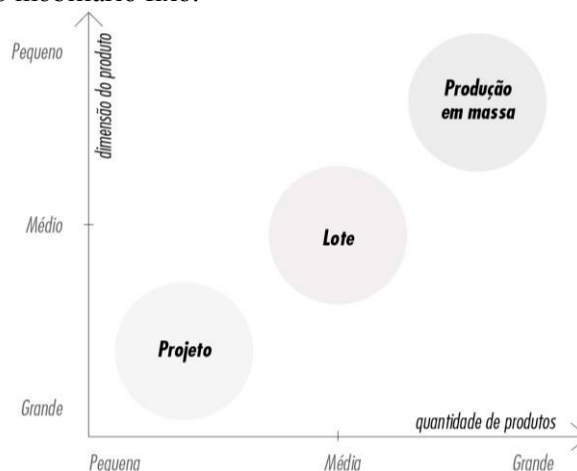


Figura 1. Comparação da dimensão e quantidade do ‘produto’ no sector industrial e da construção. Baseada em [2].

A indústria e a construção apresentam bastantes similaridades. O nível de qualificações (i) exigido para ambas, depende das atividades e implica diversos tipos de qualificações, desde o mais baixo até ao mais alto [3-5]. No que toca ao cliente (ii), na indústria o produto passa por uma cadeia de produção até chegar o cliente, que inclui a transformação de matéria-prima até à entrega do produto a um cliente(s) [2, 5]. Desta forma, ambas são sensíveis ao preço da matéria-prima (iii) [2, 6]. Relativamente aos fluxos de informação (iv), apesar de na construção serem complexos e envolverem um grande número de equipas de trabalho [7], na indústria existe também um grande fluxo de informação, dependendo da complexidade do produto final [8].

O processo de desenvolvimento de produto difere de uma indústria para a outra devido às particularidades do produto final [9]. No que toca ao ambiente de trabalho (v), enquanto que na indústria o produto é produzido sob um ambiente controlado, dentro de uma fábrica [2], a construção trabalha tipicamente no exterior [5]. A manufatura do produto (vi) na indústria é caracterizada pela grande quantidade de unidades do mesmo produto [2, 8]. Na construção, o produto final é caracterizado pelo seu grande tamanho e a sua imobilidade. Além disso, é um produto composto por um número enorme de partes únicas que tem que ser produzido para durar durante longos anos; é considerado um produto caro [10]. Existe diferenças significativas no que toca a implicações que um produto final sofre aquando de qualidade fora dos padrões (vii). No caso da indústria, quando é produzido um produto com alguma falha, este perde valor e clientes traduzindo-se em resultados negativos para a empresa [5]. Na construção, quando um produto apresenta uma qualidade fora dos padrões, é considerado inseguro e não é aprovado em inspeção [5]. Quando existem erros ou inconformidades (viii) num produto da indústria, este é descartado, enquanto que na construção o produto é refeito [11]. As atividades típicas (ix) também diferem consideravelmente nestas duas. Prototipagem e maquetas são atividades da indústria [8]. Devido à natureza da construção, não é possível realizar protótipos [8]. Para além disso, a coordenação, gestão e métodos (x) na indústria são comuns a todos os produtos para o seu desenvolvimento [3], enquanto que na construção estes são

orientados e específicos para cada tipo de projeto [12]. A última grande diferença entre a indústria e a construção listada, refere-se à mão de obra e à mecanização (xi). Na indústria, a mecanização – indústria 4.0 – tem eliminado operações realizadas pela mão dos trabalhadores para ser substituída por máquinas [6]. Pelo contrário, o produto da construção implica um trabalho altamente dependente do trabalho físico da mão de obra *in situ* [13].

Um paradigma emergente perante estes dois setores, deve ser referido como fator diferenciador [11]. A produtividade da construção tem-se mantido estagnada ao longo dos últimos anos, enquanto que a linha de produtividade da indústria parece estar a crescer [1]. Tem havido um esforço de investigação, procurando propor alternativas para a construção, baseadas em metodologias tipicamente utilizadas pela indústria. Mas pouca atenção tem sido dada ao desenvolvimento de produto dentro da construção [14]. De acordo com a consultora *McKinsey Global Institute* [1], será necessário repensar os processos de design e engenharia e aumentar a normalização. A implementação de metodologias de produção industrial poderá ser um caminho para uma contribuição do aumento da produtividade no setor da construção [14].

3. CASO DE ESTUDO

O caso de estudo aborda uma empresa de construção - *Casais – Engenharia e Construção* -, e foi incluído num projeto-estágio com a duração de seis meses no núcleo de Pré-construção do Departamento Técnico da empresa. Por estar incluída na execução do mobiliário fixo da empresa, neste caso é referida também a empresa *Carpin - Casais, Wood & Metal*, pertencente ao mesmo grupo – Grupo Casais.

O principal foco de análise é o desenvolvimento, implementação e avaliação de uma estratégia alternativa mais ‘industrial’ para desenvolver mobiliário fixo para obras. O objetivo é acelerar o tempo de resposta por parte dos arquitetos e/ou projetistas, melhorar a apresentação do material de comunicação técnica/visual do mobiliário fixo e aumentar a eficiência de produção e montagem.

3.1. Enquadramento

O produto final de um projeto de construção, p. ex. um edifício, é único e exclusivo. O mesmo se aplica ao mobiliário fixo dentro destes edifícios. Para determinado projeto, estes produtos são desenhados e feitos à medida, de acordo com as especificações deste mesmo projeto e dos requisitos do cliente. Como cada peça de mobiliário fixo é tão única, quer devido a dimensões muito específicas, quer por detalhes pedidos pelo cliente, estes modelos não são reutilizados para qualquer outro projeto de construção.

O processo de desenvolvimento de mobiliário fixo, neste caso de estudo, envolve duas empresas do mesmo grupo – *Grupo CASAIS*. A primeira – *Casais – Engenharia e Construção* -, é responsável pelo desenho do projeto (que neste caso inclui o projeto de arquitetura) e execução da empreitada, e a segunda – *Carpin - Casais, Wood & Metal* -, que é, paralelamente com a primeira empresa, responsável por desenvolver, produzir e implementar o mobiliário fixo nas obras. Em sintonia com os objetivos da empresa (Figura 2), pretende-se propor uma estratégia alternativa, alinhada com métodos de produção industrial, capaz de oferecer uma grande variedade de produtos, desenvolvidos previamente, sem pôr em causa a complexidade interna que pode causar.

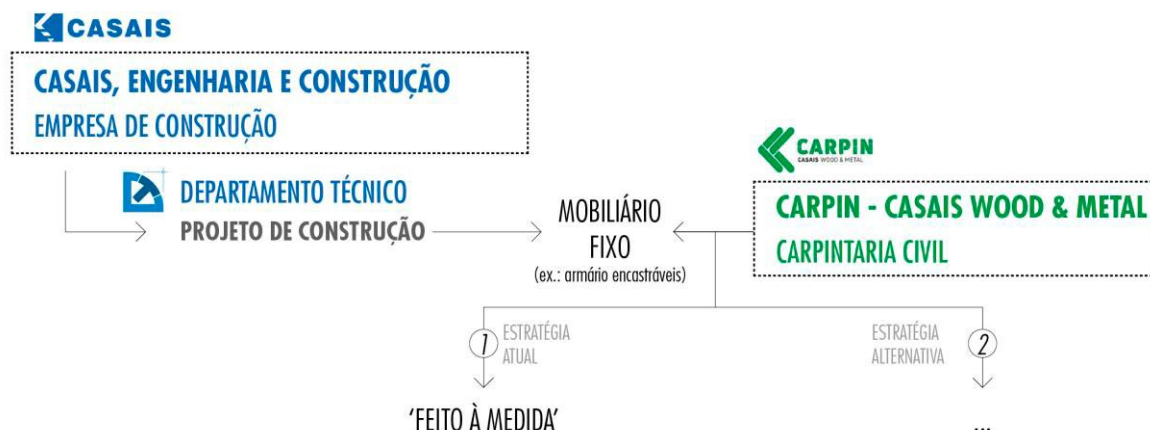


Figura 2. Enquadramento do caso de estudo. (Fonte: Elaborado pelo autor)

3.2. Diagnóstico da estratégia corrente

Para o diagnóstico da estratégia corrente para o design e desenvolvimento de mobiliário fixo do grupo, foram realizadas entrevistas estruturadas e consultas a especialistas das duas empresas. Foi feita observação direta, e um mapeamento dos fluxos de valor ou *Value Stream Map*. Pretende-se compreender a estratégia atual, de modo a entender o processo, descobrir oportunidades de melhoria e definir o foco de ação, e poder fazer uma comparação entre esta estratégia atual e a estratégia proposta. A partir da observação direta e das entrevistas realizadas, destacam-se quatro aspetos. O primeiro diz respeito ao mobiliário fixo feito à medida. Tipicamente este é desenhado e desenvolvido com prazos muito apertados, durante a fase do projeto de arquitetura. Este mobiliário obedece a especificações únicas relativas a um projeto e especificações do cliente/dono de obra. Como este é executado à medida do projeto, o modelo, normalmente, não volta a ser usado noutra obra. Esta abordagem implica que, cada vez que seja necessário desenvolver mobiliário fixo, se parta do zero para criar um modelo. Tendo em conta que é um modelo novo a ser desenhado, existe sempre uma margem de erro que é maior do que se fosse um modelo previamente desenvolvido, produzido e testado. Para além disto, o resultado de um produto e o seu tempo de desenvolvimento, neste contexto, será sempre condicionado pela experiência dos projetistas e outros atores envolvidos.

A segunda observação diz respeito ao sistema de produção – produção unitária ou em lote. Isto significa que cada vez que um modelo é desenvolvido, este é produzido numa quantidade limitada, sendo a dimensão deste lote dimensionada de acordo com a quantidade solicitada para a obra. Uma vez que cada lote é único, este exige maior atenção por parte dos projetistas, operadores da fábrica e ‘assemblers’.

A terceira observação refere-se ao processo de pré-montagem em fábrica e montagem final em obra. Para obras em território nacional, tipicamente, os produtos são pré-montados e transportados em camiões. A pré-montagem é realizada num ambiente controlado e executada por mão de obra especializada. O facto de esta atividade ser feita em fábrica é explicado pelo facto de evitar deslocar recursos para a obra e a facilidade de acesso a ferramentas ou outras máquinas. Para além deste motivo, a pré-montagem é feita em fabrico para evitar danos no transporte. A montagem é geralmente feita com recurso a cavilhas, parafusos e grampos (Figura 3). Depois de o mobiliário estar inspecionado e aprovado é embalado com placas de poliestireno expandido e película plástica.



Figura 3. Pré-montagem de uma gaveta com recurso a cavilhas, cola e grampos.

O quarto e último aspeto está relacionado com a identificação de falhas e defeitos. Estes estão geralmente relacionados com: (i) erros durante a fase de produção, (ii) embalagem e condições de transporte desadequados, (iii) encomendas de ferragens desconformes com os pedidos, (iv) empenos nas peças de madeira por alterações impróprias do teor de humidade. Na Figura 4 é possível visualizar alguns dos erros e defeitos levantados numa inspeção à obra.

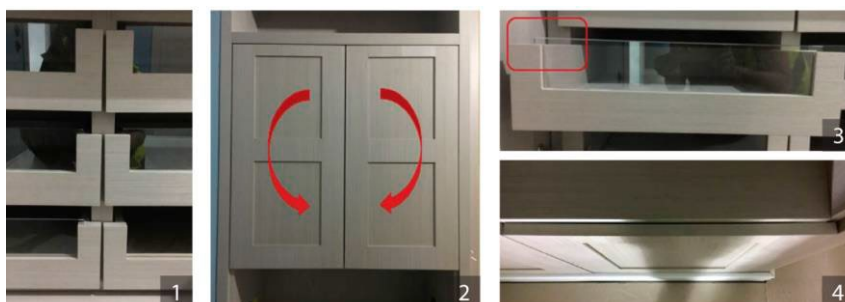


Figura 4. Levantamento de falhas e defeitos que podem ocorrer na montagem em obra; (1) as gavetas estão mal instaladas; (2) as portas montadas ao contrário; (3) o acrílico da gaveta não tem dimensões certas; (4) a tábua/porta está empenada;

Com o *Value Stream Map* é possível concluir que existe uma grande quantidade de trabalho e de informação gerada nas primeiras três etapas – desde que o arquiteto idealiza e concretiza o desenho até que é aprovado e pelo cliente/dono de obra e finalmente considerado viável pela Carpin. Neste mapa foram identificados dois tipos de desperdício. O primeiro refere-se ao trabalho excedente: o trabalho torna-se repetitivo porque tem de ser desenhado um modelo. Considera-se que não é apenas um desperdício de recursos, mas traz também riscos para a organização, já que estes dependem da experiência e do *know-how* dos projetistas e dos operadores. O segundo desperdício encontrado refere-se ao tempo despendido nas etapas de projeto e desenvolvimento: o que inclui design e redesenho, espera pela aprovação e em alguns casos até, esperar pela execução de protótipos ou testes.

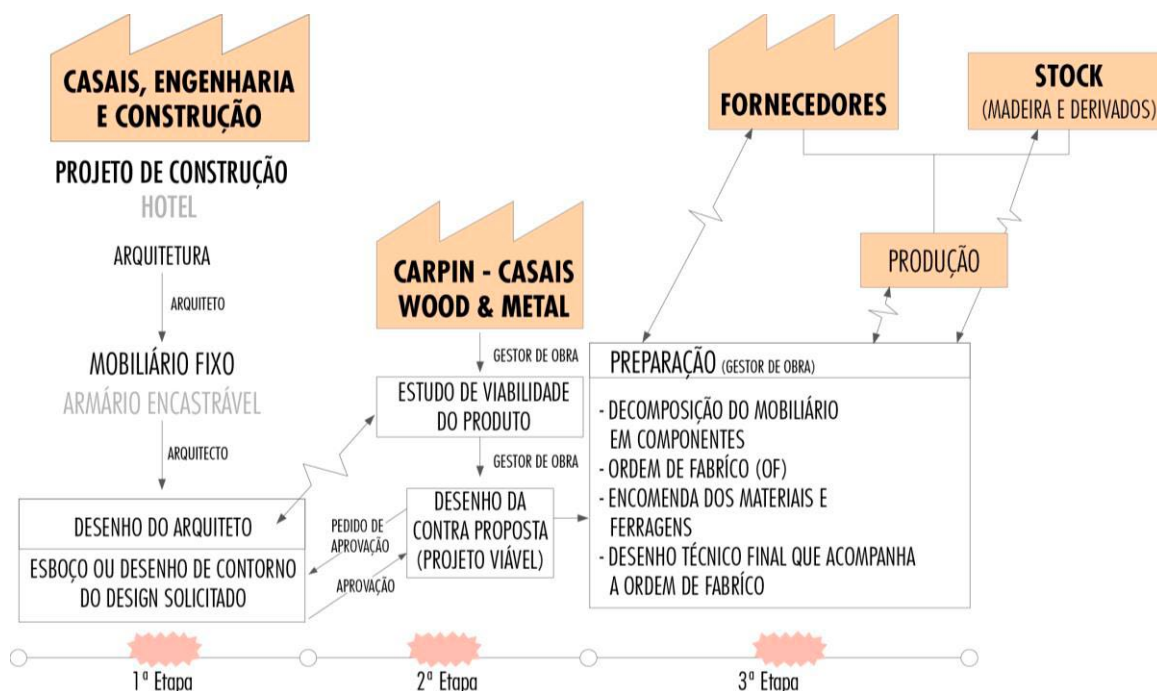


Figura 5. Value Stream Map do processo de desenvolvimento de mobiliário fixo no caso de estudo.

A mudança é uma realidade no atual ambiente organizacional, e não há nada que indique, que esta situação venha a ser diferente no futuro. Os rápidos avanços tecnológicos, a competitividade e as necessidades do mercado têm vindo a exigir mudanças nas estratégias das organizações nas duas últimas décadas. Provadas as capacidades e espaço para a melhoria de vários aspetos relativos ao design e desenvolvimento de produtos da empresa, é proposto uma estratégia alternativa para executar – desenhar, desenvolver, implementar e gerir – mobiliário fixo para as obras do grupo.

3.3. Estratégia alternativa para o desenvolvimento de mobiliário fixo

A estratégia proposta, baseada numa plataforma de produto, visa disponibilizar modelos de mobiliário fixo, desenvolvidos previamente, para projetos na qual seja necessário integrar mobiliário fixo. Esta estratégia evita assim o trabalho repetitivo, economizando recursos e acelerando o processo de desenvolvimento de produto. Ou seja, em casos em que o projetista/arquiteto precisa de implementar um armário embutido, p. ex., este dispõe de uma plataforma com vários modelos (Figura 6).

A estratégia segue três etapas fundamentais para o início da sua atividade. Em primeiro lugar (passo 1), deve ser desenhada, partindo do zero, a primeira família de produtos. Destaca-se a arquitetura modular de produto que permite gerar uma grande variedade de produtos que partilham componentes entre si. Diferentes combinações levam a diferentes soluções. Nesta estratégia, uma família de produto ou uma linha de produtos, refere-se ao conjunto de produtos derivados de um grupo de componentes específico. Depois de uma família de produtos desenvolvida, é necessário especificar informações sobre o produto de acordo com o diretório proposto (passo 2). Ou seja, cada produto arquivado na plataforma deve ser acompanhado de uma lista de dados visuais, CAD, marketing / negociação e fabricação. Estes dados, gerados antecipadamente, fornecem material para apresentar um determinado produto ao cliente, como *renderizações*, ilustrações ou vídeos do produto. Incluem-se ficheiros CAD que permitem ao arquiteto introduzir determinado produto numa planta de uma maneira muito eficiente, reduzindo a possibilidade de cometer erros no plano de implementação. Os dados de fabricação também estão incluídos com o objetivo de acelerar o processo de desenvolvimento de produto e reduzir a taxa de erros de produção.

Esta estratégia é alimentada por uma plataforma de produto (etapa 3). Esta ‘biblioteca digital’ é um software de gestão de informação na qual são arquivadas todas as famílias de produtos desenhadas. Este método permite a partilha de informações da plataforma com clientes, trabalhadores, donos de obra, gestores de obra ou carpinteiros, não só entre estas duas empresas, mas também por outras do grupo CASAIS. Por fim, essa abordagem de plataforma permite que a equipa de projeto possa gerir uma ampla variedade de produtos.

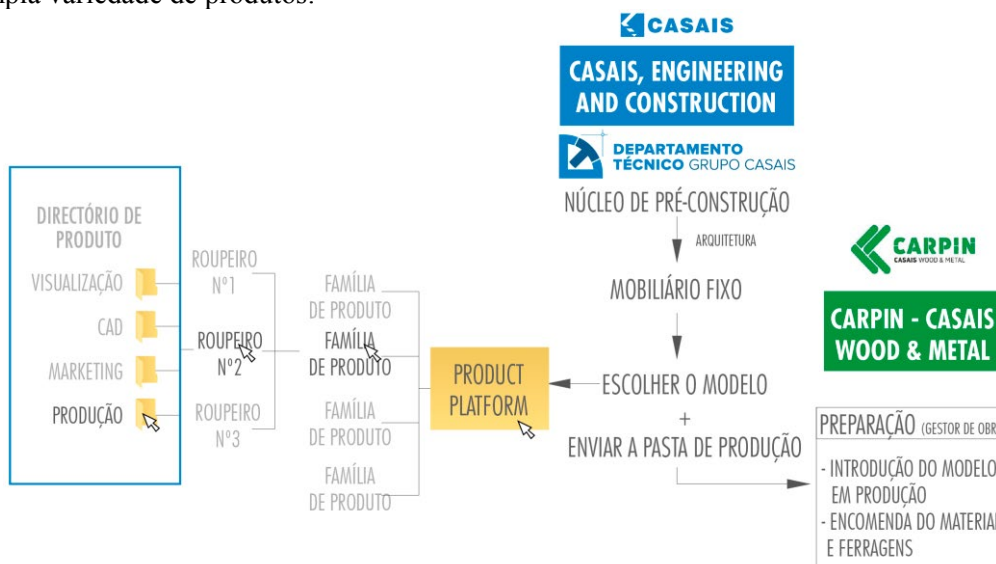


Figura 6. Estratégia alternativa para dar resposta ao desenvolvimento de mobiliário fixo.

3.5. Implementação

Para a implementação desta estratégia foi realizado um projeto piloto, elaborado pela equipa de design do Departamento Técnico da Casais - Engenharia e Construção. Definiu-se que a primeira família de produtos seria uma linha de roupeiros embutidos, já que a empresa considerava que era o tipo mais usado de mobiliário fixo. Primeiro, foram definidas as áreas de arrumação possíveis (Figura 7) e as especificações normalizadas desta família de roupeiros: (a) volume total de 2000x1200x600 mm incluindo portas e pés de ajuste; (b) sistema construtivo com minifix e parafusos; (c) varão e suportes metálicos; (d) puxadores metálicos; (e) dobradiças e pratos simples; (f) o módulo de prateleira deve permitir a colocação de um sistema de iluminação.

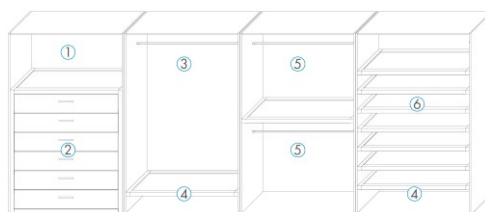


Figura 7. Organização espacial e definição do tipo de áreas de arrumação.

Deste modo, partiu-se para o desenvolvimento do conjunto de módulos e ferragens cuja linha de roupeiros iria partilhar. Esta fase exigiu um grande esforço que coordenação, tempo e investimento pois, esta estratégia considera a conceção de diversos produtos ao mesmo tempo. Para além disto, realizou-se uma série de testes CAD, para confirmar todas as combinações possíveis de gerar. A Figura 8 mapeia todas as combinações geradas com os componentes desenvolvidos. Esta combinação permite criar 23 modelos, a partir de 6 sub-montagens de componentes (26 componentes na qual se

exclui ferragens de pequeno porte, parafusos e/ou outros). Com esta matriz, é possível verificar a quantidade de modelos e a quantidade de componentes (agrupados em sub-montagens) que esta linha requer.

Sub-montagem	Componentes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12	Modelo 13	Modelo 14	Modelo 15	Modelo 16	Modelo 17	Modelo 18	Modelo 19	Modelo 20	Modelo 21	Modelo 22	Modelo 23	Modelo 24	Modelo 25	Modelo 26	Modelo 27	Modelo 28	Modelo 29	Modelo 30	Modelo 31	Modelo 32	
		Portas	Painel porta	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Portas	Puxadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Dobradiças	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Caixa	Painel vertical	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Caixa	Painel horizontal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Painel costa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Prateleira	Moldura lateral	2	4	6	x	x	x	2	2	2	2	x	x	x	x	x	x	x	2	4	6	8	10	12	14	16	14	12	10	8	6	4	2	
	Moldura horizontal	2	4	6	x	x	x	2	2	2	2	x	x	x	x	x	x	x	2	4	6	8	10	12	14	16	14	12	10	8	6	4	2	
	Painel	1	2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	7	6	5	4	3	2	1	
Varão	Varão	1	1	1	1	1	1	1	1	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Suportes de varão	2	2	2	2	2	2	2	2	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Modulo de gavetas	Fronte gaveta	x	x	x	1	2	3	1	2	3	x	1	2	3	4	5	6	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	2	3	4	5	6	7
	Lateral gaveta	x	x	x	2	4	6	2	4	6	x	2	4	6	8	10	12	14	x	x	x	x	x	x	x	x	2	4	6	8	10	12	14	
	Costa gaveta	x	x	x	1	2	3	1	2	3	x	1	2	3	4	5	6	7	x	x	x	x	x	x	x	x	1	2	3	4	5	6	7	
	Fundo gaveta	x	x	x	1	2	3	1	2	3	x	1	2	3	4	5	6	7	x	x	x	x	x	x	x	x	1	2	2	4	5	6	7	
	Puxador gaveta	x	x	x	1	2	3	1	2	3	x	1	2	3	4	5	6	7	x	x	x	x	x	x	x	x	1	2	3	4	5	6	7	
	Corrediças	x	x	x	2	4	6	2	4	6	x	2	4	6	8	10	12	14	x	x	x	x	x	x	x	x	2	4	6	8	10	12	14	
Estrutural	1x moldura vertical	x	x	x	2	x	x	2	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	
	2x moldura vertical	x	x	x	2	x	x	2	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	
	3x moldura vertical	x	x	x	x	2	x	x	2	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	
	4x moldura vertical	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	
	5x moldura vertical	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	
	6x moldura vertical	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x
	7x moldura vertical	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	x	x
	Moldura horizontal	x	x	x	3	3	3	3	3	3	x	3	3	3	3	3	3	3	x	x	x	x	x	x	x	x	3	3	3	3	3	3	3	3
Moldura lateral	x	x	x	2	2	2	2	2	2	x	2	2	2	2	2	2	2	x	x	x	x	x	x	x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Figura 8. Matriz de combinações possíveis que definem esta linha de roupeiros.

3.6 Resultados

Após um diagnóstico da estratégia corrente para o desenvolvimento de mobiliário fixo numa empresa de construção e com a implementação de uma estratégia alternativa com base numa plataforma de produtos modulares, foi possível executar uma comparação entre os dois. Foram classificadas cinco variáveis, numa escala de 1 a 7 pontos (figura 9): (1) qualidade de apresentação do produto, (2) tempo de resposta a um projeto, (3) eficiência de produção, (4) eficiência de montagem e (5) liberdade de design. De acordo com os resultados apresentados pela empresa, três variáveis se destacam pelo seu impacto significativo. Primeiro, com uma diferença de três pontos, destaca-se a melhoria da qualidade de apresentação do produto. Este aumento é explicado pela disponibilização de imagens foto-realistas, modelos 3D, entre outro tipo de visualização, que esta estratégia alternativa trata de desenvolver para cada produto existente na plataforma. A segunda melhoria a destacar diz respeito ao tempo de resposta. O tempo de resposta por parte dos arquitetos da empresa neste estudo, resultou ser significativamente menor do que quando desenvolvendo um modelo do zero. Neste caso, não foi considerado o tempo investido previamente para o desenvolvimento do modelo testado. O último ponto, cujo impacto foi significativo, refere-se à liberdade/quantidade de opções. A estratégia demonstra limitações pelo facto a escolha estar limitada aos modelos disponíveis na plataforma de produtos.

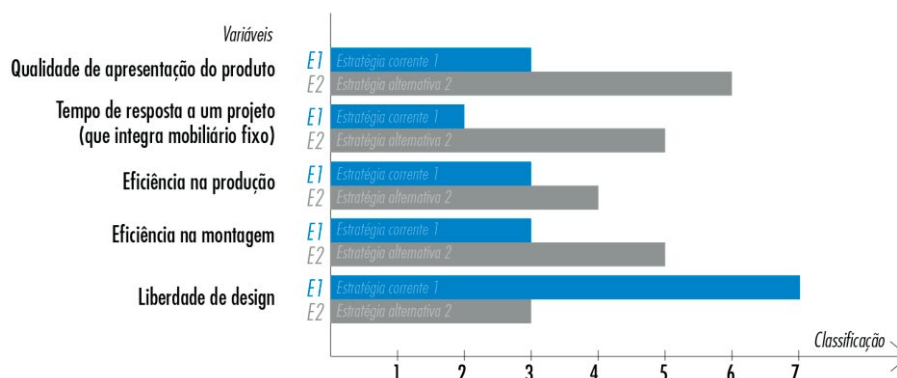


Figura 9. Comparação das cinco variáveis entre a estratégia corrente e a alternativa.

A implementação desta estratégia pretende: (a) a redução de custos através de maior eficiência de recursos, (b) a garantia de uma resposta rápida através da preparação de mobiliário antecipadamente para projetos, (c) a melhoria da qualidade da apresentação do produto e qualidade percebida, apresentando o produto com recurso a ferramentas digitais, (d) aumentar a confiabilidade prevendo falhas e corrigindo-as antecipadamente, maior assertividade nos orçamentos e maior confiança nos produtos desenvolvidos e (e) aceleração e simplificação do processo de desenvolvimento de produto.

4. CONCLUSÕES

Na construção, um edifício é considerado um ‘produto’ único, porém, esta característica não tem de ser aplicada ao seu mobiliário fixo. Esta estudo procurou propor uma estratégia - baseada em métodos de produção industrial, nomeadamente a modularização de produtos em plataforma – capaz de responder às solicitações de uma empresa de construção civil, do mercado e dos clientes. Inclui-se uma análise que compara o setor industrial e da construção, distinguindo as peculiaridades de cada um.

A estratégia descrita deve ser considerada como uma opção alternativa ao processo atual e não uma substituição. Deve ser sempre deixado espaço para que se possa executar mobiliário à medida, pois, haverá ocasiões em que o modelo tem requisitos tão específicos ou o mobiliário é tão personalizado, que a plataforma normalizada, não será capaz de dar resposta.

Conclui-se que é vantajoso disponibilizar produtos em plataforma digital porque permite o acesso global e utilização dos modelos desenhados, desde a fase de projeto em conceção interna da *CASAIS*, percorrendo a fase comercial em sede de concurso, enquanto apresentação de alternativas aos clientes, bem como na fase de execução de obra como propostas de soluções para redução de prazo, custo, etc. As soluções normalizadas, geradas com recurso a esta estratégia, provaram reduzir o tempo de resposta a projetos que incluem mobiliário fixo, facilitando o trabalho dos projetistas/arquitetos, dos operadores e ‘assemblers’, e contribuindo positivamente para o aumento da produtividade do projeto de construção. Para além disso, provou também garantir e melhorar a qualidade de apresentação dos produtos ao cliente/dono de obra. Por fim, é necessário considerar que, comparado ao design de mobiliário fixo tradicional, o desenvolvimento de mobiliário fixo modular requer maior compromisso por parte da empresa e da equipa de desenvolvimento de produto, maior coordenação, esforço, tempo e mais investimento, uma vez que considera a conceção de diversos modelos ao mesmo tempo.

REFERÊNCIAS

- [1] G. I. McKinsey, "Reinventing construction through a productivity revolution," 2017, vol. 2018 Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>.
- [2] C. University, "Construction Project Management " em *Construction Project Management*

ed: Coursera, 2018. Acesso em 26 de Janeiro de 2018.

[3] R. Cooper, M. Kagioglou, G. Aouad, J. Hinks, M. Sexton, e D. M. Sheath, "The Development of a Generic Design e Construction Process," 1998. Acesso em 6 de Junho de 2018.

[4] C. T. Formoso, P. Tzortzopoulos, e R. Liedtke, "A model for managing the product development process in house building," *Engineering, Construction and Architectural Management* General review vol. 9, no. 5/6, pp. 419-432, 2002. Acesso em 22 de Março de 2018.

[5] N. Kokemuller. *The Difference Between Construction & Manufacturing*. Disponível em: <http://smallbusiness.chron.com/difference-between-construction-manufacturing-20748.html>.

Acesso em 3 de Junho de 2018.

[6] A. Vogler, *The House as a Product* (no. Institutional Repository). Research in Architectural Engineering Series, volume 11: IOS Press - Delft University Press, 2016. Acesso em 31 de Maio de 2018.

[7] A. Crowley, "Construction as a manufacturing process: Lessons from the automotive industry," *Computers & Structures*, vol. 67, no. 5, pp. 389-400, 1998. Acesso em 2 de Abril de 2018.

[8] P. Tzortzopoulos, M. Betts, e R. Cooper, "Product Development Process Implementation-exploratory case studies in construction and manufacturing " presented at the 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction Gramado, Brazil, 6-8 August 2002. Acesso em 22 de Março de 2018.

[9] J. A. P. Nobre, A. P. S. Santos, e J. d. P. B. Neto, "O desenvolvimento de produto na construção civil: um estudo de caso em Fortaleza " apresentado no XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção, Florianópolis, SC, Brasil, 2004. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0502_0828.pdf. Acesso em 22 de Março de 2018.

[10] D. M. Gann, "Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan. ," *Construction Management and Economics*, no. 14, pp. 437-450, 28th March 1996 1996. Acesso em 2 de Abril de 2018.

[11] J. L. Fernández-Solís, "How the Construction Industry differ from manufacturing? ," in *International Proceedings of the 45th Annual Conference*, 2009: University of Southern Mississippi . Acesso em 2 de Abril de 2018.

[12] M. M. Fabricio, "Projeto Simultâneo na construção de edifícios," Doctor in Engineering Engenharia de Construção Civil e Urbana Universidade de São Paulo, Research Gate 2002. Acesso em 31 de Maio de 2018.

[13] V. Averjanoviene *et al.*, "Study of the Construction Sector: Research Report on skill needs," 2008. Acesso em 4 de Junho de 2018.

[14] P. Tzortzopoulos, "The Design and Implementation of product development process models in construction companies," Degree of Doctor of Philosophy, Research Institute for the Built and Human Environment University of Salford, UK, 2004. Acesso em 22 de Março de 2018.