



FÁBIO
ALEXANDRE
CHAVES MARTINS

**CONTRIBUIÇÃO DA
METODOLOGIA BIM PARA A
INDÚSTRIA CIMENTEIRA**

Relatório de Dissertação/projeto/estágio/projeto de
investigação do Mestrado em

Gestão de Sistemas de Informação

ORIENTADOR

Professor Dr. Fernando Gonçalves

Outubro/2022

FÁBIO
ALEXANDRE
CHAVES MARTINS

CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A INDÚSTRIA CIMENTEIRA

JÚRI

Presidente: (Grau, Nome, Instituição)

Orientador: (Grau, Nome, Instituição)

Vogal: (Grau, Nome, Instituição)

Vogal: (Grau, Nome, Instituição)

(Fonte Arial, regular, corpo 11)

Outubro/2022

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui o meu agradecimento a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que esta tese se concretizasse.

Em primeiro lugar quero agradecer ao professor Fernando Gonçalves. Agradeço o trato simples e a forma como sempre se mostrou disponível e flexível para todas as reuniões, dúvidas e contratempos que foram ocorrendo ao longo da elaboração da tese.

Agradeço a todos os amigos e conhecidos que me apoiaram e incentivaram a não desistir, que me encheram de força e carinho.

Agradeço, ainda, aos meus colegas de trabalho por todo o apoio e ajuda.

Por fim, agradeço a toda a minha família:

- Aos meus pais, por me terem dado a base para ser o que sou hoje enquanto pessoa e a quem devo grande parte das minhas conquistas.
- À minha irmã e ao meu cunhado por toda ajuda e suporte que dão à minha vida pessoal.
- À Raquel por tudo! Foi ela o meu grande estímulo nesta caminhada.
- E claro, à minha filha, Caetana, que amo incondicionalmente e que veio dar um novo colorido à minha vida.

RESUMO

A tecnologia, presente no dia-a-dia e todos, assim como um ambiente cada vez mais competitivo, obrigaram as empresas do setor da construção civil, nomeadamente, da produção do cimento a abordar o seu processo de digitalização com urgência, de modo a manterem-se relevantes, num mercado que se encontra em pleno processo de transformação. Uma das ferramentas tecnológicas mais importantes nessa digitalização é o BIM - Building Information Modeling, num conjunto de processos, tecnologias e políticas capaz de gerir os dados de um projeto ao longo do ciclo de vida de um edifício. A sua utilização tem sido um dos principais responsáveis da inovação do setor da construção civil.

Neste trabalho pretende-se analisar de que forma esta metodologia influencia a inovação da indústria do cimento, um dos setores mais importantes dentro da construção, mas que ainda se encontra a dar os primeiros passos no âmbito da transição digital. Deste modo, para o presente trabalho, traçou-se o seguinte objetivo: analisar as principais contribuições da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira, de forma a perceber qual a influência que esta metodologia tem no que concerne à inovação do setor. Para tal desenvolveu-se um estudo de caso qualitativo, tendo como objeto de estudo o laboratório de inovação de uma das principais empresas do setor. Realizaram-se, assim, 7 entrevistas a atuais e antigos profissionais do referido laboratório relativamente à temática em estudo. Os resultados mostram que apesar do pouco conhecimento acerca do BIM, os entrevistados consideram que as suas características seriam uma mais-valia para o setor e o seu desenvolvimento, nomeadamente, a partilha de informação durante todo o ciclo de vida do edifício, a partilha de informações atualizadas em tempo real e o trabalho colaborativo. Os principais obstáculos à implementação do BIM prende-se com o investimento associado, tanto em termos materiais como humanos, à necessidade de uma mudança profunda nos processos instaurados assim como a resistência própria de um setor bastante tradicional e envelhecido. Tendo em conta as vantagens desta metodologia, este trabalho pretende constituir um impulso para uma maior adoção desta metodologia que pode contribuir amplamente para o desenvolvimento do setor do cimento e da indústria da construção civil.

Palavras-chave: Indústria do Cimento; Building Information Modeling; Inovação; Desenvolvimento.

ABSTRACT

Technology, present in everyday life and everyone, as well as an increasingly competitive environment, forced companies in the construction sector, namely cement production, to urgently address their digitalization process to remain relevant in a market that is in full transformation process. One of the most important technological tools in this digitalization is BIM - Building Information Modeling, a set of processes, technologies, and policies capable of managing project data throughout the life cycle of a building. Its use has been one of the main drivers of innovation in the construction industry. In this work we intend to analyse how this methodology influences innovation in the cement industry, one of the most important sectors within construction, but which is still taking its first steps in the digital transition. Thus, for this work, the following objective was outlined: to analyze the main contributions of the BIM methodology in a control, innovation, and development laboratory of the cement industry, in order to understand what influence this methodology has on the innovation of the sector. To this end, a qualitative case study was developed, having as object of study the innovation laboratory of one of the main companies in the sector. Seven interviews were conducted with current and former professionals from this laboratory on the subject under study. The results show that despite the little knowledge about BIM, the interviewees consider that its features would be an asset to the sector and its development, namely, the sharing of information during the whole life cycle of the building, the sharing of updated information in real time and collaborative work. The main obstacles to the implementation of BIM are the investment associated, both in material and human terms, the need for a profound change in the established processes, as well as the resistance inherent to a very traditional and aged sector. Taking into account the advantages of this methodology, this work aims to be an impulse for a greater adoption of this methodology that can contribute widely to the development of the cement sector and the construction industry.

Keywords: Cement Industry; Building Information Modeling; Innovation; Development.

ÍNDICE

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	11
1. BIM – Building Information Modeling.....	11
1.1. Vantagens e Constrangimentos da Implementação da Tecnologia BIM	15
1.2. Níveis de implementação, desenvolvimento e detalhe do BIM	19
1.3. Aplicações da metodologia BIM.....	21
CAPÍTULO III – CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA; DAS EMPRESAS E DEPARTAMENTO EM ESTUDO	23
1. Indústria do Cimento.....	23
1.1. O fabrico do cimento – a construção de uma indústria	24
1.2 Aplicações do cimento na construção civil	26
1.3. O impacto da indústria do cimento na economia portuguesa.....	28
2. Caracterização das empresas	29
2.1. Secil.....	29
2.2 Cimpor.....	31
3. Caracterização do departamento de inovação e desenvolvimento	32
CAPÍTULO IV – METODOLOGIA	35
CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES.....	52

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICES	60
Apêndice I - Guião da Entrevista	60
ANEXOS.....	62
Anexo I - Entrevista RTL – I	62
Anexo II - Entrevista RTL – II.....	64
Anexo III - Entrevista – TL.....	67
Anexo IV- Entrevista – IDP	69
Anexo V – Entrevista – ATC	71
Anexo VI – Entrevista – RPB	74
Anexo VII – Entrevista - TID	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Software BIM utilizados nas diversas especialidades	19
Tabela 2: Áreas de Atuação do departamento.....	34
Tabela 3: Tabela de codificação de entrevistas	38
Tabela 4: Codificação e análise das entrevistas realizadas	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de um Modelo BIM	12
Figura 2: Building Information Model.....	14
Figura 3: Fluxograma do setor da construção	20
Figura 4: Fluxograma do Fabrico do cimento	25
Figura 5: Organograma do Grupo SECIL	29
Figura 6: Organograma do Grupo CIMPOR.....	31
Figura 7: Organização e estrutura do departamento.....	33

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo é cada vez mais digital, na maneira como as pessoas comunicam, compram, acedem à informação, entre muitas outras ações. A penetração da internet nos telemóveis foi responsável por uma mudança quase paradigmática no que concerne à transformação de hábitos e de preferências dos consumidores, estando cada vez mais habituados a interagir através dos meios digitais disponíveis para a partilha de informação. Como todos os setores, o da construção civil, nomeadamente os produtores de cimento encontram-se cada vez mais influenciados pela transição digital da construção.

Esta é uma transição que tem lugar dentro do modelo digital do edifício, a chamada metodologia Building Information Modeling - BIM, um método de trabalho baseado na transmissão de informação de todos os intervenientes, especialmente em torno da criação e a utilização de um modelo digital 3D, 4D ou 5D de uma estrutura durante as fases de conceção, construção e operação. O BIM é um processo complexo que permite aos utilizadores gerir projetos de construção em colaboração. Os dados são introduzidos por todas as equipas e departamentos envolvidos no processo, sendo, portanto, estruturados, ajudando, a construir uma visão geral funcional dos projetos, modelando diferentes materiais, e ajudam a coordenar todos os esforços. A difusão desta inovação exige que os vários atores do projeto colaborem e comuniquem entre si.

Não é novidade que a tecnologia BIM oferece as soluções mais inteligentes para o planeamento de projetos, coordenação e redução de resíduos, sendo que a introdução crescente da metodologia BIM no setor do cimento parece ser uma excelente oportunidade para o desenvolvimento e inovação dentro desta indústria, sendo responsável por uma mudança no modo como os edifícios são concebidos e construídos, acrescentando níveis sem precedentes de precisão digital e compreensão visual.

Deste modo, e tendo em conta a relevância que esta tecnologia tem para a inovação no setor da construção civil vai-se desenvolver um estudo de caso de forma a estudar os contributos que a tecnologia BIM tem no âmbito da inovação da indústria do cimento, analisando, deste modo, o laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento de uma grande empresa da indústria cimenteira em Portugal. Traçou-se, assim, a seguinte questão de investigação como ponto de partida para todo o estudo:

Quais os principais contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira? Assim, e através do desenvolvimento de um estudo de caso de carácter qualitativo, vai-se analisar as principais contribuições da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira, de forma a perceber qual a influência que esta metodologia tem no que concerne à inovação do setor.

Esta dissertação de mestrado surge na sequência de uma análise de necessidades de transformação digital no departamento em estudo. Visto que se trata de uma tendência crescente o uso de novas tecnologias que permitam novas oportunidades de negócio surge então o interesse de perceber em que pontos tecnológicos onde o departamento pode melhorar, visando não só novas oportunidades de negócio, mas ainda, que permita uma otimização de processos, crie vantagem competitiva em relação a concorrentes, reduza custos materiais e melhor a experiência do cliente.

Relativamente à estrutura da dissertação, o capítulo I corresponde à presente introdução, onde apresenta as principais linhas gerais do trabalho a realizar. No Capítulo II é elaborado o enquadramento teórico, onde será apresentada a metodologia BIM. No Capítulo III será elaborada a caracterização do sector, assim como, as duas maiores empresas cimenteiras em Portugal e ainda o departamento em estudo. No capítulo IV, é apresentada a metodologia empregue para a concretização deste trabalho, justificando a escolha das diferentes fontes de informação, dos instrumentos de recolha de dados e de análise dos resultados obtidos. No capítulo V serão apresentados e discutidos os resultados obtidos depois da análise dos dados. Por fim, na conclusão, será feita a sistematização e síntese final do trabalho, de onde se vão apresentar as principais conclusões, as limitações e dificuldades sentidas na realização do trabalho e as implicações práticas da dissertação, assim como sugestões para futuras investigações.

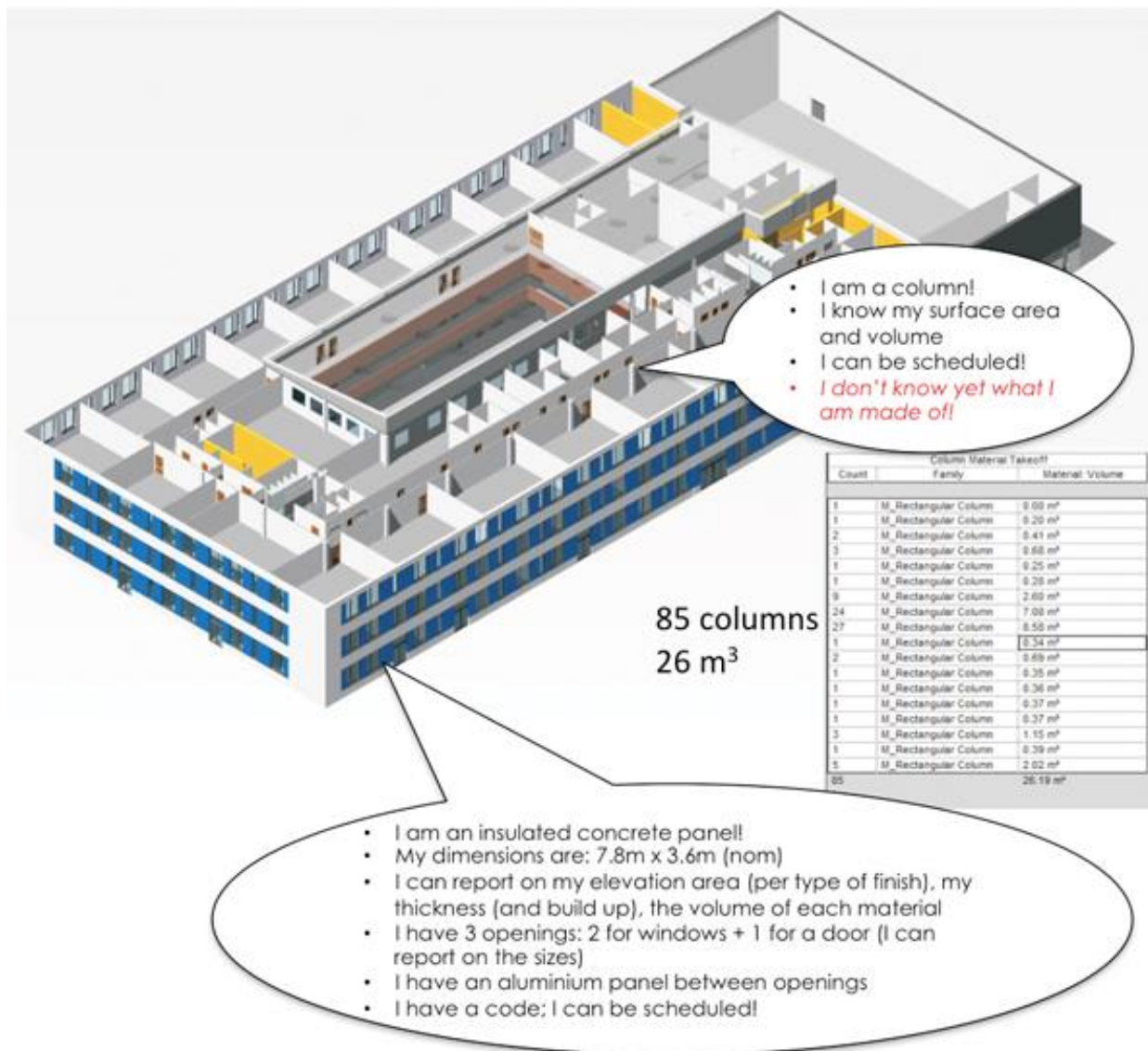
CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1. BIM – Building Information Modeling

O Building Information Modeling (BIM), em português “Modelo da Informação da Construção”, é baseado na ideia de usar modelos digitais de construção continuamente ao longo do ciclo de vida de uma instalação construída, desde as fases de projeto inicial e projeto detalhado, até à fase de projeto final. O BIM melhora significativamente o fluxo de informações entre as partes interessadas em todas as etapas, levando a uma maior eficiência ao reduzir a inserção manual de informação. (Borrmann et al., 2018).

BIM significa coisas diferentes para especialistas diferentes. Alguns especialistas referem que o BIM é uma aplicação de *software*, outros dizem que é um processo de projetar e documentar informações sobre um edifício. Alguns dizem ainda que é uma abordagem holística para o projeto de construção e de manutenção. Portanto o BIM pode ter diferentes significados, para diferentes pessoas ou empresas, como verificado na figura abaixo (Kjartansdóttir et al., 2017).

Figura 1: Exemplo de um Modelo BIM



Fonte: Winstanley & Fraser (2013)

No entanto, o BIM não consiste num software, mas sim numa metodologia na área do projeto que abrange todas as fases do seu desenvolvimento (Langner et al., 2019). O BIM é uma coleção compartilhável de dados de edificação, incluindo uma amostra tridimensional (3D). Essa amostra inclui dados sobre cada um dos elementos físicos de edificação, que compõem o projeto, incluindo a localização, número e tamanho (Lepkova et al., 2018).

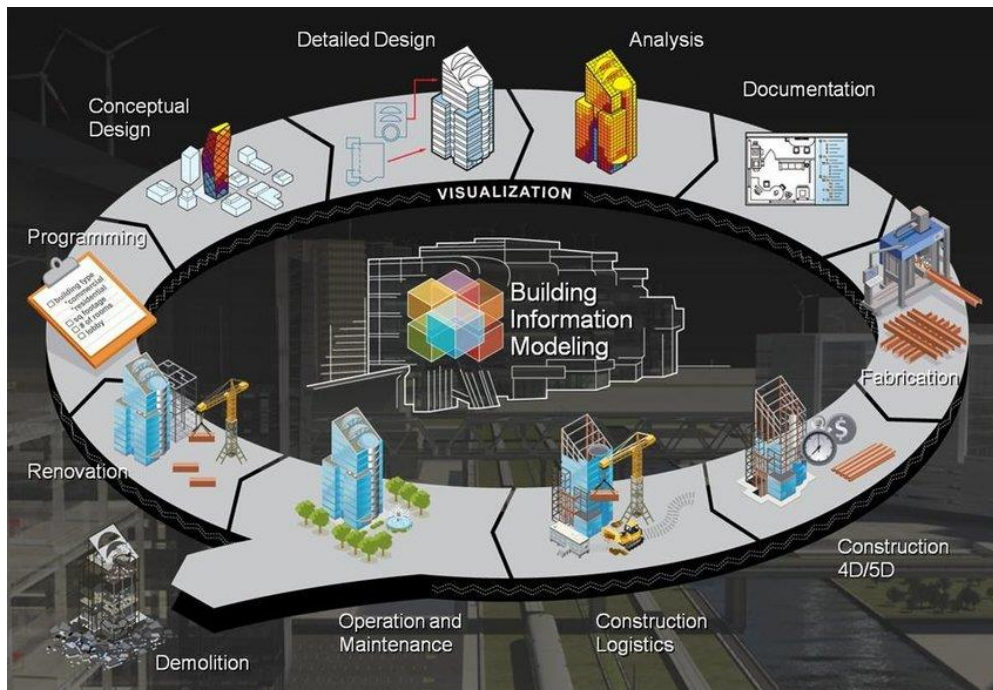
Devido às suas muitas vantagens, o BIM tem sido aplicado em muitos projetos de construção em todo o mundo. A natureza fragmentada da indústria da construção ainda impede o seu uso mais amplo. As iniciativas governamentais em todo o mundo desempenham um papel importante no aumento da adoção do BIM: como o maior cliente da indústria da construção em muitos países, o estado tem o poder de mudar significativamente a forma de o utilizar (Borrmann et al., 2018).

Ao longo da última década, na área de engenharia civil, tem sido usada cada vez mais a abordagem do BIM tanto na prática profissional quanto no foco de pesquisa. No entanto, a área de engenharia estrutural, que pode ser visto como uma subdisciplina da engenharia civil, carece de um verdadeiro estado da arte sobre o uso do BIM neste sentido (Ciotta et al., 2021).

O BIM aumentou consideravelmente a sua relevância e importância na arquitetura, engenharia e construção civil (AEC) nas últimas duas décadas. A sua orientação para objetos é fundamental para aumentar a eficiência da documentação e troca de dados entre todos os atores envolvidos em projetos de construção, que podem ser extremamente complexos e envolver um grande número de membros, desde a fase de projeto e ao longo de seu ciclo de vida (Murphy et al., 2007 *cit. in* Garcia-Gago et al., 2022).

O BIM é uma metodologia de trabalho que procura fazer a ligação de processos e pessoas em modelos digitais e projetos de construção, havendo uma transferência na comunicação e das informações. O BIM consiste num processo colaborativo, não apenas numa única solução tecnológica. Abrange todo o ciclo de vida desde a concepção e aplica-se igualmente a edifícios ou ativos de infraestrutura (Muñoz-La Rivera, 2019).

Figura 2: Building Information Model



Fonte: Kumanayake & Bandara (2012).

O BIM permite modelar não só os próprios objetos de construção, mas também as suas características, bem como todas as alterações possíveis ao longo do tempo. O uso da tecnologia BIM está integrado em todas as fases de produção e suporte de vida dos edifícios: aquisição de dados, projeto, construção, equipamentos, operações, reparações e demolições. Isso significa que todas as informações necessárias são encontradas nos modelos informáticos: arquitetura, construção, tecnologia, economia, etc (Milyutina, 2018).

A digitalização transformou uma ampla gama de setores industriais, resultando num aumento na produtividade, qualidade e variedade de produtos. Na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção, ferramentas digitais são cada vez mais adotadas para projetar, construir e operar edifícios e ativos de infraestrutura. No entanto, o uso contínuo de informações digitais ao longo de toda a cadeia de processos fica significativamente atrás de outros domínios da indústria (Borrmann et al., 2018).

Os sistemas de informação em organizações e empresas de engenharia civil, operando no âmbito do conceito de modelagem da informação, exigem custos significativos para introduzir novos métodos de projeto e apoiar o processo de construção (Milyutina, 2018).

Com demasiada frequência, as informações valiosas são perdidas. Estas constantes falhas verificadas no fluxo de informações ocorrem ao longo de todo o ciclo de vida de uma instalação construída: em fases de projeto, construção e operação. Devido a estas dificuldades surge então o método BIM, para um uso mais adequado da tecnologia computacional no projeto, engenharia, construção e operação de instalações construídas. Em vez de registar informações em desenhos, o BIM armazena, mantém e troca informações usando representações digitais abrangentes: os modelos de informações de construção (Borrmann et al., 2018).

O BIM é principalmente o processo de recolha, documentação e manutenção de dados de ativos num formato que permite a simulação do ciclo de vida dos ativos. O BIM é frequentemente definido como uma ferramenta de colaboração, porque pode fornecer uma visão compartilhada de uma instalação. O BIM permite que os membros da equipa colaborem, analisem, planeiem, testem e executem atividades no ciclo de vida de um ativo (edifício por exemplo) (Ray, 2020).

1.1. Vantagens e Constrangimentos da Implementação da Tecnologia BIM

As vantagens do BIM possuem perspectivas de transição para novas tecnologias de projeto, gestão de construção e operações num futuro próximo. Ressalta-se a importância do desenvolvimento de projetos-piloto, onde é necessário identificar formas e meios de verificar a base legal e técnica, bem como os indicadores económicos da transição (Milyutina, 2018).

Com o crescente sucesso da abordagem BIM, as práticas de gestão da construção têm evoluído, de forma a mostrar mais claramente as limitações das teorias atuais. O uso de modelos tridimensionais como principal banco de dados durante o ciclo de vida da construção melhora a necessidade de integração na cadeia logística e a partilha de informações (Botton & Forgues, 2018).

Na fase de desenvolvimento do projeto, a BIM oferece um grande número de vantagens para o processo de projeto e engenharia. Em comparação com os processos 2D convencionais, uma das vantagens da BIM é que a maioria dos desenhos técnicos são derivadas diretamente do modelo e, portanto, são automaticamente consistentes entre si. A deteção de conflito entre os

diferentes modelos parciais permite identificar e resolver conflitos entre as áreas de design numa fase inicial (Borrmann et al., 2018).

Carvalho (2019) refere que a longo prazo, os benefícios do BIM e a sua produtividade compensarão o investimento da compra de material informático e de formação dos trabalhadores. A utilização do BIM produz uma estimativa de custo mais precisa e os custos de implementação imprevistos podem ser evitados. A visualização de projetos integrados em 3D também facilita a visualização de fatores de conflito. A criação de um projeto desenvolvido em BIM permite acompanhar em tempo real o seu desenvolvimento e criar orçamentos contínuos e atualizados.

Por outro lado, o BIM também facilita a integração de cálculos e simulações, pois muitas informações de entrada sobre a geometria do edifício e os parâmetros de material podem ser retirados diretamente do modelo. Além disso, o modelo pode ser verificado para cumprimento de códigos e regulamentos, na sua maioria semi-automatizado, mas futuramente com um maior grau de automação. Também os dados do modelo podem ser usados para calcular um levantamento de quantidade muito preciso, fornecendo a base para estimativas de custos confiáveis (Borrmann et al., 2018).

A aplicação do BIM oferece vantagens significativas não apenas para o projeto de uma instalação construída, mas também para a preparação e execução da sua construção propriamente dita. A disponibilização do modelo digital de construção permite determinar os serviços necessários e os custos para os empreiteiros na elaboração da proposta e também facilita a faturação necessária numa fase posterior (Borrmann et al., 2018).

Os modelos BIM facilitam a otimização de tempo, custo e qualidade durante as fases de projeto, implementação e suportam a gestão eficaz das instalações durante a fase operacional. O uso do BIM para modelagem de energia de edifícios (BEM) é o próximo passo na prática de projeto de arquitetura e engenharia. Os benefícios do uso de abordagens BIM são amplamente discutidos na literatura (Leśniak et al., 2021).

Uma outra vantagem do BIM consiste no uso de um modelo digital de construção durante a vida operacional relativamente longa de uma instalação já construída. O pré-requisito necessário é uma transferência organizada de informações BIM da equipa de projeto para o

proprietário, incluindo todas as informações relevantes da fase de construção posterior (Borrmann et al., 2018).

A implementação do BIM não modifica critérios ou padrões de projeto, mas reestrutura a forma como os profissionais e os processos se desenvolvem e interagem entre si. Assim, cada membro da equipa fica ciente da importância e dos objetivos do processo, tem papéis e responsabilidades bem definidos e adquire conhecimento dos requisitos de habilidades e competências necessárias para o sucesso do projeto (Muñoz-La Rivera, 2019).

Uma das principais vantagens da utilização de BIM consiste na capacidade de registrar dados sobre uma determinada instalação num único lugar. Dessa forma, o BIM permite a criação rápida de diferentes versões de objetos durante a fase de conceito, o que reduz o custo subsequente de alterações já na fase da construção. Assim, a tecnologia BIM facilita o planeamento e acompanhamento na realização dos projetos de construção, podendo aumentar a sua potencialidade e probabilidade de sucesso (Leśniak et al., 2021).

A tecnologia BIM é frequentemente utilizada em projetos muito grandes, exigindo grandes investimentos para gerir a construção. A tecnologia BIM é usada para ajudar as equipas de construção a economizar custos de construção e consumo de energia. No entanto, ainda existem muitas limitações e fatores de risco no desenvolvimento e gestão de projetos de construção. Os projetos de construção geralmente enfrentam diversas restrições que dificultam as operações normais do projeto. Para garantir a maximização da receita em projetos de construção com tecnologia BIM, as restrições subjacentes devem ser identificadas na fase de preparação (Zhang et al., 2019).

O estudo de Leśniak et al. (2021), demonstra que o insucesso do uso da tecnologia BIM, no processo construtivo, pode dever-se às pessoas e à sua falta de conhecimento, consciência e relutância em mudar forma de trabalhar. Deste modo, é fundamental introduzir medidas preventivas através de formações focadas na tecnologia BIM, para aumentar o conhecimento das pessoas e a qualidade dos projetos de construção. É fundamental, sobretudo, mostrar os benefícios que podem ser alcançados com a introdução da tecnologia BIM, especialmente para pequenas e médias empresas de construção civil. Outro fator, que pode ser considerado uma desvantagem para as empresas, é o baixo custo cobrado muitas vezes ao cliente, não cobrindo

assim o custo do sistema e da formação dos funcionários. Assim torna-se essencial existirem medidas de apoio financeiro, como medida preventiva e de apoio às empresas.

O grande consumo de contaminantes é uma preocupação mundial vital e também são um foco de atenção em projetos de construção. Usando tecnologias inovadoras e aplicando-as à teoria da sustentabilidade na indústria da construção, tem sido considerada eficaz na proteção do meio ambiente. Ao implementar inovações verdes, o desenvolvimento sustentável é valioso em todos os aspectos de um projeto de construção. Isso envolve o estabelecimento de estratégias sustentáveis e usando tecnologias avançadas (Zhang et al., 2019).

Quando a metodologia BIM é colocada em funcionamento numa organização, todos os processos são agilizados, os padrões de negócios são reformulados e novas oportunidades abrem-se para parcerias, estratégias, clientes e colaboradores. No entanto, essa mudança exige no projeto a modificação de todos os modelos de operação, e todas as referências indicam que a colaboração é parte integrante da implementação de metodologias BIM (Góes et al., 2020).

Atualmente são vários os softwares direcionados para o BIM. Apesar da maioria dos softwares CAD, os softwares mais tradicionais utilizados no âmbito da construção e engenharia civil, existem, atualmente, softwares desenvolvidos exclusivamente para a aplicação do BIM. Na tabela 1 encontram-se os principais softwares BIM, organizados por área de funcionamento:

Tabela 1: Software BIM utilizados nas diversas especialidades

	Software	Empresa
Projeto Arquitetônico	Revit Architecture	Autodesk
	ArchiCAD	Graphisoft
	VectorWorks	Nemetscheck
	Bentley Architecture	Bentley
Projeto Estrutural	EBERICK	AltoQi
Projeto de Instalações	QiBuilder	AltoQi
Análise e Compatibilização	Naviswork	Autodessk
	Synchro	Synchro
	SOLIBRI	Nemetscheck
	Tekla BIMsight	Trimble
Colaboração BCF	BIMcollab	KUBUS

Fonte: Gonçalves, (2019).

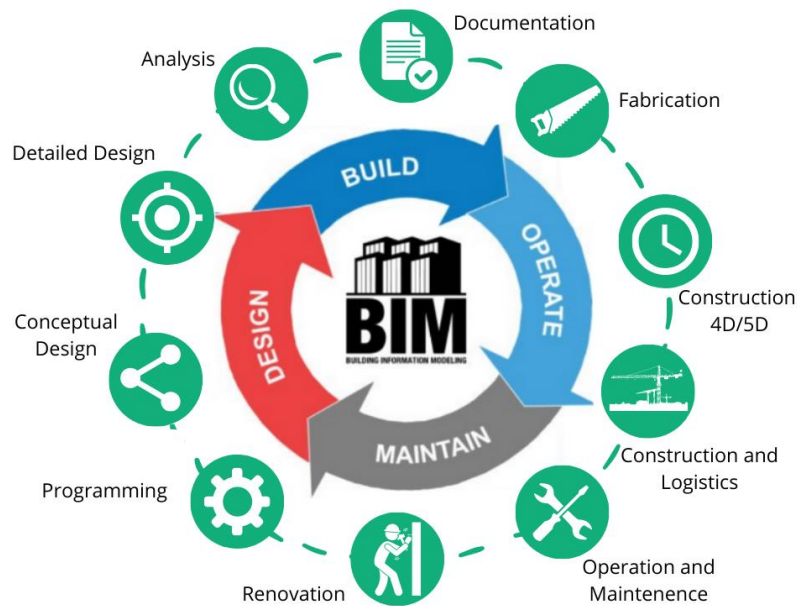
1.2. Níveis de implementação, desenvolvimento e detalhe do BIM

O estudo de Yahya Al-Ashmori et al. (2019), verificou que as empresas de construção civil sentem por vezes algumas dificuldades na adoção do modelo BIM, devido à falta de conhecimento sobre os processos de aplicação e conceitos técnicos. Uma das principais razões para a falta de conscientização é que as organizações têm demorado a usar o BIM nos seus trabalhos de design. Para superar estas dificuldades, muitas vezes verificadas, as organizações devem tomar a iniciativa, desenvolver um roteiro para implementação do BIM e criar um plano de transformação personalizado, que permitirá ir ultrapassando os desafios.

A implementação do BIM permite aumentar a produtividade e eficiência durante as fases de projeto, programação, aquisição, construção, etc. O BIM representa edifícios como objetos geométricos 3D integrados, com atributos não geométricos (custo e tempo) que podem ser usados e mantidos durante todo o ciclo de vida do edifício (Yahya Al-Ashmori et al., 2019).

Os conceitos BIM do setor AEC servem para construções específicas, mas também para simular o desenvolvimento de um negócio numa cidade, por exemplo, tendo sempre em consideração a estrutura, segurança, conforto e eficiência energética (Gonçalves, 2018).

Figura 3: Implementação BIM



Fonte: Cadtrans Design Solutions, (n.d).

Uma das principais utilizações do BIM é manter os dados de ativos precisos e torná-los acessíveis à organização, a qualquer momento. Um projeto de construção fornece uma série de projetos concluídos que podem documentar apenas uma parte da instalação. Devido a reformas, o completo pode não estar disponível para toda a propriedade. O Ciclo de Vida BIM contém uma representação de toda a instalação do edifício e é mantido como um modelo completo durante todo o seu ciclo de vida (Ray, 2020).

Em geral, o desenvolvimento da tecnologia BIM apresenta diferentes solicitações e desafios para as empresas, mas também oferece oportunidades. Como aprender e fazer bom uso das novas tecnologias fará parte de um constante desenvolvimento e aprimoramento da tecnologia BIM, eventualmente para promover o rápido desenvolvimento de toda a indústria da construção (Dong, 2017).

O uso do BIM pode ser priorizado como parte da estratégia de uma empresa de construção. Algumas aplicações do BIM, com a análise energética, só podem ser realizadas ocasionalmente para que as entidades não possuam custos excessivos com o BIM (Ray, 2020).

Para projetos de construção, o uso da tecnologia BIM, pode ser mais útil na simulação da construção, ao mesmo tempo, pode ser combinado com a análise de simulação. No uso da tecnologia BIM, alguns fatores ambientais levam em consideração o projeto, analisando as possíveis condições climáticas, fatores geográficos, e assim calcular o possível ambiente do projeto causado pela mudança, o que pode adiantar medidas preventivas na simulação BIM (Dong, 2017).

De acordo com Jefferies e Dastider (2018), pode-se concluir que o uso do BIM em edifícios residenciais está em desenvolvimento. As empresas estão cada vez mais à procura de novas formas de melhorar o processo de utilização do BIM. O uso do BIM tem aumentado entre os *stakeholders* e empresas de construção e arquitetura. As empresas de desenvolvimento beneficiaram com a criação dos modelos BIM, enquanto as empresas de projeto e construção usam modelos BIM para melhorar a comunicação entre a equipa de construção e de projeto. Além disso, este estudo mostra que as empresas usam o BIM desde a fase de projeto até à fase de construção, demonstrando o aumento do uso do BIM em todas as etapas do ciclo de vida de um projeto de construção.

1.3. Aplicações da metodologia BIM

A metodologia BIM cresceu ao longo dos anos e hoje é utilizada na arquitetura, engenharia, construção e operação para resolver dúvidas, imprecisões e solicitar informações complementares (Morales et al., 2022).

A metodologia BIM considera a representação da edificação como um modelo virtual e o seu principal conceito é centralizar todas as informações que são geradas durante o desenvolvimento do projeto. O projeto estrutural envolve uma série de tarefas, nomeadamente definir a estrutura, analisar a estrutura e, em seguida, preparar desenhos e documentos técnicos. Todos os processos exigem confiança nos dados transferidos entre os sistemas BIM implantados e um determinado grau de rigor (Sampaio et al., 2021).

O BIM é baseado em tecnologia digital tridimensional (3D) e integra todas as informações no ciclo de vida do projeto de construção para fornecer uma representação detalhada das informações relacionadas ao projeto. Com os recentes avanços em BIM, esta tecnologia está a ser cada vez mais utilizada no campo da construção residencial. Recentes pesquisas mostram

que a tecnologia BIM pode ser usada durante a fase de projeto para trazer um ambiente de projeto 3D unificado para as várias partes interessadas envolvidas na construção de uma casa (Dong, 2017).

O BIM sofreu um desenvolvimento significativo na construção civil, devido ao potencial de criar representações virtuais, ou seja, modelos tridimensionais que combinam geometria com informação e inteligência. Possibilitam assim a extração de diferentes tipos de informações, o que facilita o planeamento de projetos e gestão (Morales et al., 2022).

A metodologia BIM foi implementada em todos os domínios da indústria da construção em todo o mundo. O conceito BIM baseia-se na geração de um único modelo virtual representativo do edifício, composto pelas distintas especialidades envolvidas num projeto e por toda a informação criada ao longo do ciclo de vida do edifício (Sampaio et al., 2021).

A aplicação da tecnologia BIM pode gerir a situação esperada e a situação real do plano, corrigindo erros e efetuando ajustes para permitir obter os objetivos desejados (Dong, 2017).

O produto resultante do BIM é uma representação digital paramétrica, inteligente e rica em dados do projeto de construção. Assim, o BIM pode ser considerado como uma representação digital de um edifício, um modelo tridimensional (3D) orientado a objetos e um repositório de informações do projeto para facilitar a interoperabilidade e a troca de informações com aplicativos de software relacionados. Portanto, o modelo rico em dados BIM permite visualizações e dados adequados às diversas necessidades dos utilizadores. Os dados podem ser extraídos do modelo e trabalhados para gerar informações com o objetivo de tomar decisões e melhorar o processo construção (Sampaio, 2017).

A análise de orçamento de engenharia baseada em BIM é mais eficiente. Durante a fase de construção, a tecnologia BIM é usada para gerir dinamicamente todo o processo de construção, melhorar a qualidade da construção, reduzir os custos de construção, acelerar o processo de construção e reduzir consideravelmente os custos futuros de manutenção do edifício (Dong, 2017).

Os métodos BIM são atualmente o principal suporte digital usado para detalhar várias atividades de construção. São desenvolvidos numa plataforma técnica na qual todos os especialistas criam, operam e agregam as informações necessárias geradas no ambiente de

trabalho de cada profissional relevante. No processo, o método suporta o desenvolvimento de diferentes componentes do projeto, permite total interoperabilidade entre sistemas específicos relacionados a vários tipos de análises ou simulações, facilita as tarefas de orçamento, construção, manutenção e gestão (Sacks et al., 2018).

O conceito BIM começou a ser implementado na indústria da construção como uma inovação imersiva na indústria apoiada por tecnologia avançada. Os seus benefícios foram rapidamente reconhecidos, refletidos na qualidade dos projetos desenvolvidos, assentes na integração eficiente dos processos e numa colaboração clara entre parceiros relacionados com as diferentes disciplinas inerentes à construção (Sampaio & Gomes, 2022).

O retorno sobre o investimento (ROI) para a aplicação da metodologia BIM é relativamente fácil de calcular. Este cálculo consiste numa relação lucro-custo. Mudanças na produtividade, estágios iniciais do processo e custos de investimento inicial devem ser considerados antes da implementação desta metodologia (Caeiro, 2021).

CAPÍTULO III – CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA; DAS EMPRESAS E DEPARTAMENTO EM ESTUDO

1. Indústria do Cimento

O cimento é o material de construção mais utilizado em todo o mundo. O seu principal componente é o clínquer, que ocorre como produto intermediário durante o processo de fabrico em sistemas de forno a temperaturas de sinterização. Estes processos têm um elevado impacto ambiental, devido às altas emissões de dióxido de carbono e consumo de combustível. A produção de cimento é um processo complexo que começa com a extração de matéria-prima mineral, principalmente calcário e argila, dando origem a um pó fino e homogéneo (Fierro et al., 2020).

A tecnologia de captura de CO₂ pós-combustão é a opção preferida para modernizar as instalações existentes das indústrias, pois o CO₂ é capturado nos gases de exaustão da fábrica de cimento e não afeta os processos de produção de cimento existentes. Das tecnologias de pós-combustão existentes, a quimissorção de solvente líquido é a mais madura (Plaza et al., 2020).

Para Jamali et al., (2017), os ambientes interno e externo de uma organização são fatores importantes na determinação da sua estratégia. As mudanças em cada ambiente levam a mudanças na solicitação por produtos e serviços, e também afetam a cadeia de matérias-primas. O ambiente interno inclui pontos fortes e fracos e o ambiente externo inclui oportunidades e ameaças para a organização. Deve evitar-se a complacência, ou seja, fazer negócios pode parecer muitas vezes algo fácil, mas as ameaças podem vir de novos mercados ou quando a tecnologia reúne diferentes setores. Deve-se evitar conflitos com políticas anticompetitivas, pois as empresas muito poderosas podem atrair a atenção dos reguladores, especialmente se usarem preços competitivos no mercado.

1.1. O fabrico do cimento – a construção de uma indústria

O processo de fabrico do cimento inclui a moagem de matérias-primas, nas quais são misturados e queimados em certas proporções, em grandes fornos. O material é fundido para formar clínquer. O clínquer deve arrefecer e depois é adicionado sulfato de cálcio, até obter um pó fino. Este material obtido é o cimento Portland (Li et al., 2022).

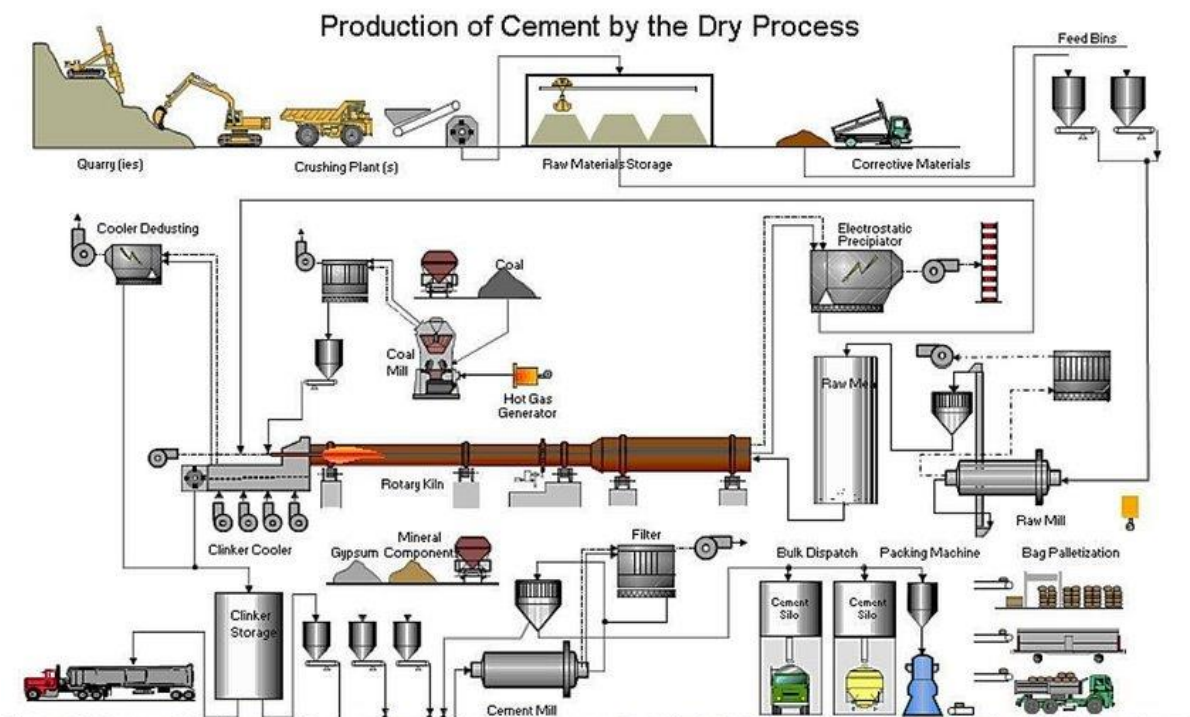
Por sua vez, o cimento é um importante material de ligação no fabrico de betão e influencia a qualidade do betão produzido. Estudos recentes concluem que o cimento de má qualidade foi apontado por ser a principal causa de colapsos de edifícios no mundo (Ahmed et al., 2022).

O cimento, como ligante pozolânico, é conhecido por desempenhar um papel fundamental em todas as atividades de construção. Com o aquecimento global, através das emissões de gases que criam efeito estufa em níveis alarmantes, os investigadores estão a tornar as práticas de construção baseadas em energias renováveis. Porque a produção de cimento é um processo que consome muita energia, procuram-se materiais de construção alternativos, como por exemplo a existência do geopolímero, que é mais viável ecologicamente, devido às suas vantagens técnicas e ambientais (Azad & Samarakoon, 2021).

A indústria do cimento cresceu rapidamente nos últimos anos a nível mundial. Nos países em desenvolvimento, especialmente na Europa, os esforços para proteger o meio ambiente forçaram as fábricas de cimento a mudarem-se para países com regulamentações ambientais menos rigorosas, o que se tornou um enorme problema ambiental (M. El-Sayed, 2021).

O cimento é um produto semiacabado do grupo de materiais de construção e ocupa a direção mais importante no desenvolvimento da indústria da construção. O próprio processo de produção de cimento é intensivo em capital e energia (Khairova & Sayfullaeva, 2021).

Figura 4: Fluxograma do Fabrico do cimento



Fonte: Nouman (2019)

O cimento é um dos materiais de construção mais importantes do mundo. O consumo e a produção de cimento estão diretamente relacionados com o sector da construção e, portanto, com a atividade económica geral. Devido à sua importância como material de construção, o cimento é uma das mercadorias mais desenvolvidas no mundo inteiro. Outra razão para o desenvolvimento generalizado do cimento é o seu baixo preço, alta densidade que possui e a fácil aplicação (M. El-Sayed, 2021).

Com a expansão de vários regulamentos e sistemas de apoio para garantir a sustentabilidade e gestão eficiente de recursos em todo o mundo, a utilização de recursos circulares na indústria de cimento é tratada como meio essencial para garantir a sustentabilidade. Além de garantir a sustentabilidade, a utilização cíclica de recursos pode ser a alternativa técnica mais eficaz para a redução de gases e da criação do efeito de estufa. A União Europeia está a tomar medidas

para uma sociedade com baixos níveis de carbono, utilização de recursos circulares da indústria do cimento e tecnologia de redução de emissões de CO₂ até 2050 (Lim et al., 2020).

A indústria de cimento é uma indústria de mão-de-obra intensiva. Como consequência, valoriza a saúde e a segurança dos seus trabalhadores, empreiteiros, entre outros intervenientes. Os perigos para a saúde incluem poeira e temperaturas severas, contacto com alérgenos e exposição ao ruído, enquanto os riscos de segurança incluem quedas e colisões com objetos. A política de saúde e segurança deve aderir a todas as políticas corporativas e devem ser realizadas avaliações de risco regularmente (Nazim & Yousaf, 2022).

O processo de fabrico do cimento envolve várias etapas de pré-condicionamento, moagem, secagem, calcinação, aquecimento e resfriamento, todos exigindo uma certa quantidade de energia na forma de eletricidade e calor. Para que as reações ocorram, a maior entrada de energia está na forma de calor através da queima do combustível no forno. Tal o consumo de combustível é responsável pela energia útil, bem como pelas perdas de calor. Processos e indústrias de uso intensivo de energia são responsáveis por 1/3 das emissões globais anuais de gases de efeito estufa. Por esse motivo, estão a ser exploradas alternativas, desde abordagens técnicas até alterações de regulamentos, de forma a diminuir os efeitos negativos para o meio ambiente (Fierro et al., 2020).

A indústria de cimento e betão realizou, ao longo dos anos, vários esforços, no sentido de diminuir as quantidades de CO₂ emitidas. É fundamental existir um desenvolvimento das infraestruturas de energias renováveis, para a redução das emissões de carbono e para criar projetos de construção mais sustentáveis. A abordagem dos 5C visa identificar políticas que potenciem a neutralidade carbónica (Rocha & Cardeira, 2021).

1.2 Aplicações do cimento na construção civil

O cimento consiste num material com propriedades colantes e que permite juntar fragmentos para criar uma entidade única e compacta. Na construção civil, o cimento é usado como cola para usar com pedras, tijolos, etc. O principal constituinte do cimento é o calcário. Devido à reação química com a água, os cimentos são chamados de cimentos hidráulicos. O cimento hidráulico é composto principalmente por silicato de cálcio e aluminato, e pode ser dividido em cimento natural, cimento Portland e cimento de alta alumina (Li et al., 2022)

A construção civil é a atividade que mais utiliza cimento, em todo o mundo. As grandes solicitações para a produção de cimento criam também algumas preocupações relacionadas com o setor ambiental, pelas matérias-primas utilizadas, energias e emissões de gases prejudiciais, que provocam efeitos negativos no ambiente (Farias et al., 2021).

Verifica-se um impacto ambiental provocado pela indústria da construção, contribuindo consideravelmente para a emissão de CO₂, diminuição dos recursos naturais e gastos energéticos. O setor da construção tenta utilizar materiais de construção alternativos em vez de recursos naturais e cimento, diminuindo assim impacto e aumenta a sustentabilidade (Li et al., 2022).

Existem vários tipos de cimento usados na construção civil. O cimento Portland é um cimento hidráulico (endurece por reação com a água) e é produzido por pulverização de clínquer. Contém habitualmente uma ou mais das formas de sulfato de cálcio como adição subterrânea. Além disso, o cimento Portland é cáustico, podendo causar queimaduras químicas graves (Ahmed et al., 2022).

Os efeitos de poeiras, vapores e gases gerados na indústria do cimento podem levar a lesões e doenças ocupacionais e de saúde por meio da inalação, ingestão e contato direto com a pele dessas substâncias. Como tal, também pode afetar os olhos e outros seres vivos. O ruído gerado por máquinas, equipamentos e outras operações de fabrico de cimento pode causar perda auditiva se os níveis aceitáveis forem excedidos. Assim, é imprescindível fazer uma manutenção regular do seu sistema de controlo de poeiras para mantê-lo em boas condições de funcionamento. A monitorização do ar de ser realizada, para medir a exposição do trabalhador e garantir que os controlos estejam a fornecer proteção adequada para os trabalhadores. Os trabalhadores destas indústrias do cimento devem também usar equipamentos de proteção individual adequados, incluindo: máscara, óculos de segurança. Também é fundamental haver uma vigilância médica regular (Rampuri, 2017).

As empresas de construção têm de lidar diariamente com a necessidade de limitar o uso dos recursos, evitando desperdício de materiais, demonstrando também a necessidade de mudanças frequentes e de procurar novas perspetivas para melhorar o processo produtivo das obras de construção civil. Com o objetivo de gerir melhor o processo produtivo e reduzir o desperdício de materiais, muitas construtoras aderiram à medição de desempenho por meio de indicadores,

através da implementação e certificação de sistemas de gestão da qualidade nas empresas de construção (Ahmed et al., 2022).

1.3. O impacto da indústria do cimento na economia portuguesa

O cimento Portland é o cimento mais usado na construção de edifícios, estradas, betão, argamassa e outros fins locais em Portugal e em todo o mundo. É um cimento facilmente acessível e de baixo custo, fazendo com que seja muito comum nas construções. O betão produzido a partir de cimento Portland é um dos materiais de construção mais versáteis disponíveis (Ahmed et al., 2022).

Segundo a ATIC (Associação Técnica da Indústria do Cimento), a indústria do cimento portuguesa possui três grandes cimenteiras a operar, que são a CIMPOR, SECIL e CMP¹, com capacidade total de cerca de 8,5 milhões de toneladas de clínquer. O cimento é produzido e consumido localmente, contribuindo para a economia local através do aumento do emprego e da utilização de produtos e matérias-primas locais. A nível da economia, com base na indústria do cimento e do betão, são gerados na economia cerca de 3 euros por cada 1 euro de valor acrescentado nesta indústria, sendo assim importante no seu crescimento e representando um papel essencial no crescimento económico. Contribui também para a sustentabilidade fiscal.

A descarbonização da indústria do cimento levará a uma alteração desta indústria em Portugal. Neste sentido, Portugal está a reunir todos os esforços e a aplicar medidas para cumprir o Acordo Europeu do Ambiente, que tem como objetivo uma intensa redução das emissões de CO2 na indústria do cimento no nosso país (Rocha & Cardeira, 2021).

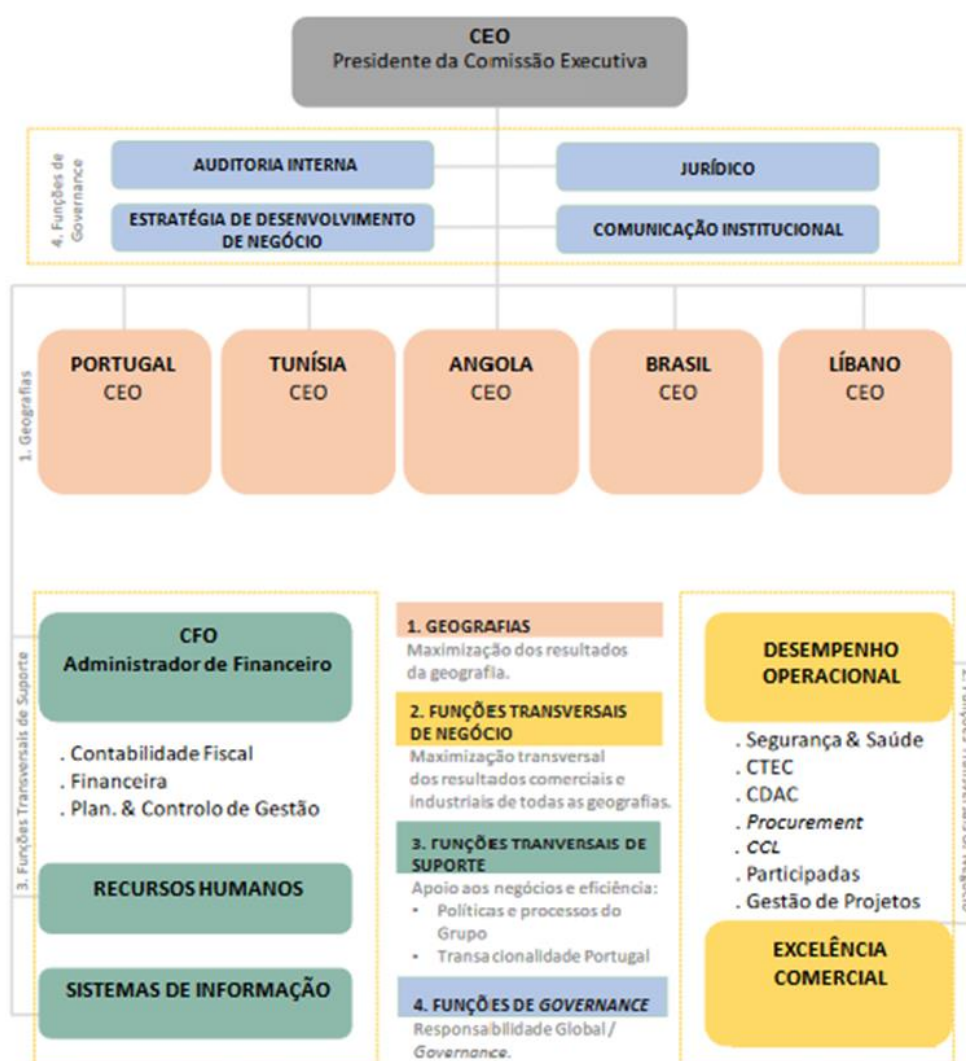
¹ Não caracterizado devido a pertencer ao grupo SECIL

2. Caracterização das empresas

2.1. Secil

O grupo SECIL é um grupo empresarial português com atividades operacionais disseminadas por vários países, nomeadamente Portugal, Brasil, Angola, Cabo Verde, Tunísia e Líbano. Surgida em 1925, a SECIL constitui-se uma referência na indústria cimenteira portuguesa. Na figura é possível observar o organograma do grupo:

Figura 5: Organograma do Grupo SECIL



Fonte: Grupo SECIL, 2022

O setor industrial cimenteiro é a principal área de atuação do grupo. No entanto, o grupo é constituído, também, por um conjunto de empresas que atuam, também, nas áreas da construção civil. As áreas de produção de agregados, betão pronto, argamassas e cal hidráulica e telhas e blocos, juntamente com a área de produção de cimento, constituem as cinco Unidades de Negócio do Grupo SECIL.

Esta empresa tem como missão “dar forma às ideias, fornecendo soluções de cimento aos nossos clientes, carreiras estimulantes às nossas pessoas, uma cidadania responsável às nossas comunidades e valor aos nossos acionistas”. No que respeita à visão, a empresa empenha-se “em ser, nas comunidades que servimos, o fornecedor de soluções de cimento preferido dos nossos clientes”. Por fim, os valores incluem as pessoas, integridade, responsabilidade, colaboração e desempenho (SECIL, 2022).

Algumas das maiores obras realizadas em Portugal, tiveram o contributo direto da SECIL, onde se incluem a Ponte da Arrábida, a Ponte 25 de Abril e Vasco da Gama, a Gare do Oriente, o Porto de Setúbal, a Barragem do Alqueva, o Hotel Ritz, a Casa da Música, os Estádios de Futebol de Braga, Luz e Setúbal e o Santuário de Fátima (SECIL, 2015).

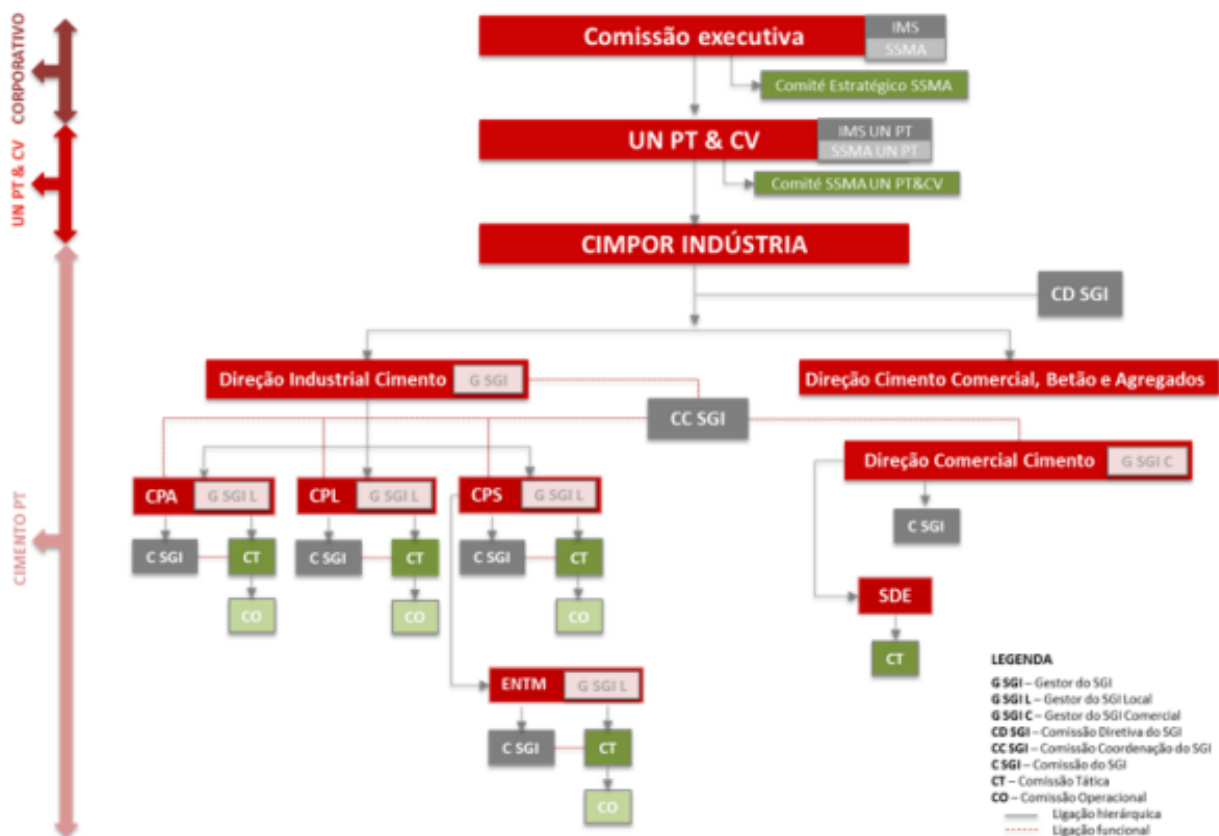
2.2 Cimpor

A CIMPOR é um grupo cimenteiro internacional, estando presente em Portugal e conta a mais antiga fábrica de cimento de Portugal que iniciou a laboração em 1894.

A empresa centra a sua atividade na produção e comercialização de produtos cimentícios, mas é detida por um grupo turco que tem atuação de negócios nas áreas da energia, indústria química, mineração, metalurgia, finanças, automóvel e logística. Na figura é possível observar o organograma do grupo:

Figura 6: Organograma do Grupo CIMPOR

Fonte: Grupo CIMPOR, 2015



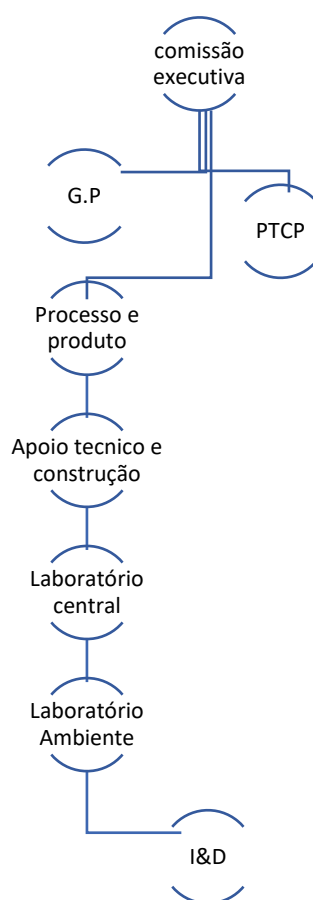
A empresa tem como missão” Consolidar o crescimento de uma sociedade sustentável em conjunto com os clientes, colaboradores, fornecedores e comunidades, direcionados pela inovação, responsabilidade social, ambiental e excelência operacional. No que respeita á visão a empresa pretende” diferenciar-se junto dos clientes pelo nível de parceria e serviços, fortalecer a produtividade das empresas e criar valor para as partes interessadas”. No que concerne aos valores a empresa refere que estes são o respeito, responsabilidade, compromisso e as pessoas.

Entre muitas das grandes obras que contaram com a intervenção direta da CIMPOR destacam-se mais recentemente o MAAT Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia; Hospital CUF Tejo e o Edifício-Sede do Banco Santander.

3. Caracterização do departamento de inovação e desenvolvimento

A inovação é um pilar estratégico do funcionamento da empresa onde se insere o departamento em estudo e para tal, esta empresa conta com um laboratório dedicado à inovação e desenvolvimento, constituído por 6 técnicos superiores. Este laboratório constitui a aposta da empresa no estudo e desenvolvimento do cimento enquanto material, permitindo o lançamento de soluções inovadoras no âmbito deste setor. A missão do departamento é a disponibilização de serviços de referência e de qualidade reconhecida para apoiar o Cliente na utilização e aplicação dos produtos, quer pela resolução dos problemas técnicos associados, quer pelo desenvolvimento de soluções inovadoras que potenciem os produtos e respetivos mercados, contribuindo de forma responsável para a redução dos impactos ambientais associados à sua produção e vida útil durante a utilização. Na figura 7 é possível observar a organização e estrutura de onde se insere o departamento:

Figura 7: Organização e estrutura do departamento



O departamento realiza os seguintes ensaios em várias áreas de materiais: ensaios de caracterização de agregados; ensaios de caracterização de cimentos e ligantes; ensaios de caracterização de argamassas; ensaios de caracterização de cimentos-cola; ensaios de caracterização de produtos e sistemas de reparação; ensaios em betão fresco e endurecido; ensaios de durabilidade e envelhecimento acelerado em betões e argamassas; ensaios in-situ em betões e argamassas; ensaios de caracterização de prefabricados e estudos de composições de betão. Na tabela 2 pode-se observar, então as áreas de atuação no departamento:

Tabela 2: Áreas de Atuação do departamento

Apoio Técnico à Construção	Apoio à prescrição e ao projeto com aplicações de cimento; Apoio técnico nas aplicações de cimento e resolução de problemas associados; Otimização do desempenho do produto e processo de fabrico tendo em vista a redução dos custos e dos impactos ambientais associados; Seleção de matérias-primas e constituintes para betões, argamassas e outras aplicações de cimento; Verificação da compatibilidade de adjuvantes e adições cimentícias; Apoio técnico à obra em estruturas e aplicações de cimento; Apoio à divulgação e marketing de produto e Apoio à normalização na área das aplicações de cimento.
Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de novas aplicações de cimento; - Desenvolvimento de novos cimentos e produtos cimentícios; Desenvolvimento de novos mercados para aplicação de cimento; Investigação e desenvolvimento em novos produtos, processos e tecnologias associadas a cimentos e suas aplicações; Gestão de Projetos de ID, organização de consórcios para financiamento, apoio ao registo de propriedade intelectual, análises de viabilidade preliminares e apoio ao lançamento de novos produtos.
Laboratório Central	Execução de ensaios em cimentos, betões, argamassas, materiais constituintes e suas aplicações; Identificação e análise de patologias de cimentos, argamassas, betões e suas aplicações; Acompanhamento da performance do Produto; Definição dos objetivos de qualidade e desempenho para os produtos e soluções desenvolvidas de forma a assegurar a sua adequação às necessidades dos mercados; Apoio à normalização na área dos cimentos e suas aplicações.

O departamento presta, também, serviços de consultoria, em fase de projeto ou construção, na área dos materiais de construção produzidos com cimento, apresentando um laboratório à disposição para a realização de ensaios laboratoriais de agregados, cimentos e ligantes, argamassas, betões e pré-fabricado.

CAPÍTULO IV – METODOLOGIA

No presente capítulo serão apresentados todos os procedimentos metodológicos, garantindo, deste modo, a fundamentação das opções tomadas. É na fase da metodologia que todo o estudo é operacionalizado, ou seja, que se vai decidir qual o tipo de estudo a ser desenvolvido, a população e amostra, e os instrumentos e métodos de análise de dados que serão utilizados.

Fortin (2009, p.37) define metodologia como sendo o “conjunto dos métodos e das técnicas que guiam a elaboração do processo de investigação científica”, continuando a dizer que “é um plano criado pelo investigador com vista a obter respostas válidas às questões de investigação colocadas ou às hipóteses formuladas”. Assim, é na metodologia que serão apresentados e justificados os métodos e as técnicas empregues para analisar um certo fenómeno, dependendo sempre do estudo que se pretende realizar.

Para esta investigação optou-se por uma metodologia qualitativa da investigação. A metodologia qualitativa tem como principal objetivo a exploração e o entendimento do significado que os indivíduos ou um determinado grupo dá a um fenómeno social e humano. De acordo com Serapioni (2000) as principais características dos métodos qualitativos a análise do comportamento humano do ponto de vista do ator, a observação naturalista, a subjetividade, a orientação para a descoberta e para o processo, o seu carácter exploratório, descritivo e indutivo, e a não generalização de resultados.

Devido às características da presente investigação pode-se dizer que nos encontramos perante uma pesquisa descritiva. Na pesquisa descritiva, o investigador procura observar, registar, analisar, classificar e interpretar os fenómenos em análise. Tem como objetivo principal descrever as características de um evento ou população e descobrir, com precisão, a frequência com que um fenómeno ocorre, sua relação e conexão com os outros, sua natureza e peculiaridades (Gil, 2008). No caso do presente estudo, o fenómeno em estudo é analisar a contribuição da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Este é um estudo descritivo baseado no um estudo de caso. De acordo com Yin (2005) o estudo de caso é a metodologia mais adequada quando se deseja compreender, explorar ou descrever acontecimentos, fenómenos e contextos complexos, nos quais estão envolvidos diversas variáveis em simultâneo.

Para este trabalho seguiu-se o modelo proposto por Fortin (2009), que refere que após a definição do problema, traduzindo-se numa ou mais questões de investigação, vão se descrever os objetivos da investigação. Deste modo, a pergunta de partida para a presente investigação é:

Quais os principais contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira?

Definida a questão de investigação, está na altura de se definirem os objetivos. Os objetivos podem ser divididos em objetivos gerais e objetivos específicos, respetivamente. De acordo com Fortin (2009), o objetivo fio orientador de toda a investigação, ou seja, é ele que apresenta a ideia central do trabalho a realizar. Assim, para a presente investigação, o objetivo geral é:

- Analisar as principais contribuições da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Os objetivos específicos relacionam-se com os resultados que se pretendem obter com uma pesquisa e um trabalho de investigação mais profundo e detalhado (Fortin, 2009). Assim, no presente trabalho os objetivos estratégicos são os seguintes:

- Caracterizar a indústria cimenteira.
- Apresentar e caracterizar a tecnologia BIM
- Aferir as principais aplicações da tecnologia BIM na indústria cimenteira.

De acordo com Almeida & Freire (2000), as amostras são grupos de sujeitos, juntos dos quais se vai concretizar a investigação ou então correspondem ao conjunto de ocorrências ou comportamentos que são registados. A amostragem vai ter um impacto muito importante na qualidade dos resultados devendo ter o máximo de representatividade possível em relação à população.

A população corresponde a 6 profissionais a trabalhar no laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento, sendo que 5 destas foram entrevistadas, perfazendo um índice de resposta de 83%. Foram também realizadas duas entrevistas extra a dois gestores que já desempenharam funções no departamento em causa. Ao todo foram feitas 7 entrevistas.

Para a presente investigação, o principal instrumento de recolha de dados escolhido foi a entrevista, desenvolvida de forma semiestruturada, Bogdan e Biklen (2013, p.134) referem que a entrevista pode ser encarada como “conversa intencional, geralmente entre duas pessoas, embora por vezes possa envolver mais pessoas, dirigida por uma das pessoas, com o objetivo de obter informações sobre a outra”.

Assim, para o presente trabalho optou-se pela entrevista semiestruturada como estratégia dominante de recolha de dados, com o objetivo de recolher dados baseados na perspetiva dos sujeitos entrevistados. A entrevista possibilita que vários sujeitos se pronunciem sobre as mesmas dimensões de análise, permitindo, deste modo, realizar-se a comparação entre as respostas dadas. As principais vantagens da utilização deste género de entrevista é criar uma melhor amostra da população, conseguindo-se, portanto, um índice de respostas mais alargado, flexibilidade em relação à duração, permitindo obter a informação mais concreta em relação a determinados assuntos e ainda uma maior proximidade entre entrevistador e entrevistado (Boni & Quaresma, 2005).

Para a análise dos dados provenientes das entrevistas recorreu-se ao método de análise de conteúdo segundo Bardin. Segundo o autor Bardin (2009, p.45), o objeto da análise de conteúdo “é a fala, isto é, o aspeto individual e atual (em ato) da linguagem”. Ou seja, a análise de conteúdo tem como objeto de estudo o discurso dos participantes na entrevista, de forma a compreender os significados que se encontram contidos nesta. O autor completa dizendo que a análise de conteúdo “procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça (...) é a busca de outras realidades através das mensagens” (Bardin, 2009, p.45). A análise de conteúdo propriamente dita, é realizada recorrendo a uma tabela de codificação, como se pode verificar no exemplo seguinte da tabela 3:

Tabela 3: Tabela de codificação de entrevistas

Categoria	Subcategoria	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Aqui são agregados os grandes temas da entrevista.	Subtemas mais importantes dentro de um determinado grande tema da entrevista.	Fragmentos de texto que se tomam por indicativo de uma característica (categoria e subcategoria).	Encontram-se fragmentos do texto que englobam a unidade de registo, contextualizando a unidade de registo no curso da entrevista.

Fontes: Bardin (2009, p.33)

CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão, então, apresentados os resultados obtidos após a aplicação das entrevistas aos profissionais a desempenhar funções no departamento. Como foi dito anteriormente, este departamento trata-se de um laboratório e é constituído por 6 técnicos superiores, tendo respondido à entrevista 5 destes o que faz uma taxa de resposta de 83%. Dos 5 entrevistados 2 têm a função de Responsável Técnico de Laboratório (**RTL- I / II**) os restantes com responsabilidades individuais entre si, desempenham as seguintes funções: Técnico de Laboratório (**TL**); Investigação e desenvolvimento do produto (**IDP**); Apoio Técnico à construção (**ATC**). Adicionalmente, realizou-se duas entrevistas extra a dois trabalhadores que já desempenharam a função de Responsável Técnico de Laboratório no referido laboratório e atualmente um dos entrevistados tem funções Responsável de produção de betão (**RPB**) e o outro Técnico de Investigação e Desenvolvimento (**TID**). Estes profissionais são, então, responsáveis pela realização de diagnóstico de problemas, a análise crítica e os ensaios e experiências necessárias para se encontrar as soluções mais adequadas tendo em conta cada caso.

Passa-se, então, a apresentar a análise das entrevistas com recurso à tabela de codificação que foi apresentada no capítulo da metodologia, tendo em conta o método de análise de conteúdo de Bardin (2009, p.33):

Tabela 4: Codificação e análise das entrevistas realizadas

Categoria	Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Apresentação dos entrevistados	Descrição da função na empresa	- Responsável Técnico de Laboratório (RTL-I/II)	“Conhecimento das aplicações, restrições e interferências existentes nos diversos métodos do laboratório; Validação de métodos; Cálculo de Incertezas; Gestão do plano de calibração e manutenção de equipamentos.” (RTL-I)
		- Técnico de Laboratório (TL)	
		- Investigação e desenvolvimento do produto (IDP)	“Registo de equipamentos, colaboração na calibração e na realização de verificações intermédias; Colaboração na gestão do plano de calibração e manutenção de equipamentos;
		- Apoio Técnico à construção (ATC)	Realizar funções não rotineiras da especialidade. Aplicar e desenvolver conhecimentos específicos; Participação na supervisão dos métodos de ensaio. Acompanhar projetos de I&D, reuniões e desenvolvimento.” (TL)
		- Técnico de Investigação e Desenvolvimento (TID)	“Área de Investigação e Desenvolvimento de Produto.” (IDP)
		- Responsável de produção de betão (RPB)	“Apoio técnico à construção - Reclamações de produtos de base cimentícia, apoio técnico a projetistas, projetos ID” (ATC)
			“Responsável Técnico de Laboratório/ Técnico de Investigação e Desenvolvimento” (RTL-II)
			“A função tem na sua génese a garantia e acompanhamento de qualidade dos vários materiais produzidos nos vários centros de produção ao nível nacional, fazendo a ponte com produção e as necessidades da área comercial e consequentemente dos nossos clientes. É uma área bastante técnica e de suporte à direção operacional dos agregados em projetos de desenvolvimento e de melhoria contínua. O departamento é novo e foi criado no início de 2022.” (TID)
			“Desempenhei funções como responsável técnico de laboratório e atualmente sou responsável de produção de betão” (RPB)

Metodologias inovadoras na indústria de cimento	Benefício de uma metodologia de ligação entre os diferentes stakeholders e o departamento de investigação	- Importância da proximidade - Potencia a rapidez da obra - Facilita a comunicação - Existência de uma entidade de ligação - Partilha de conhecimentos e informações - Promoção de transparência - Possibilidade de investimentos futuros - Benefício da relação B2B e B2C - Rapidez na entrega de resultados - Departamento de comunicação/ comercial responsável pela comunicação - Importância da sustentabilidade	<i>“A proximidade da empresa, dos stakeholders e da indústria beneficia a inovação é vantajosa. O intercâmbio de realidades pode potenciar o avançar mais rápido. O sistema BIM permite que todos estejam a utilizar a mesma base, o que facilita a comunicação.” (RTL-I)</i> <i>“Sim, considero que beneficia, até porque já existe uma entidade que faz essa ligação, no seguimento de uma necessidade levantada.” (TL)</i> <i>“Sim, pois além de poder permitir a partilha de conhecimentos entre as várias áreas, também promove uma maior transparência no trabalho desenvolvido (...)” (IDP)</i> <i>“(...) poderá refletir-se em termos de investimentos futuros e na busca de procurar sempre as melhores soluções possíveis (...)” (IDP)</i> <i>“A relação B2B e B2C flui de uma forma natural se os processos tiverem toda a informação disponível” (ATC)</i> <i>“Num departamento de investigação, poderá permitir a digitalização de alguns processos, acelerando entrega de resultados em tempo real.” (ATC)</i> <i>“(...) comunicação entre a empresa e stakeholders deve ser feita pelo departamento de comunicação ou departamento comercial pois deve existir uma visão integrada da informação a disponibilizar.” (RTL-II)</i> <i>“Nesse sentido, a sustentabilidade com parte integrante da estratégia implica o cumprimento de uma série de guidelines internacionais e harmonizadas por forma a promover o benchmarking entre empresas do mesmo sector ou de diferentes sectores.” (TID)</i> <i>“A transparência é outro dos valores que deve fazer parte da estratégia da mesma, pela própria relação com todas as partes interessadas” (TID)</i>
---	--	---	---

			“(…) uma ligação eficaz entre os diferentes intervenientes facilita a partilha de informação, beneficiando o setor” (RPB)
	Benefícios da consulta de dados em tempo real	- Importante - Importância dos dados atualizados - Minimização desvios e atrasos - Envolvimento de todos no ciclo de vida do projeto - Redução ciclos PDCA - Facilita a tomada de decisão	“Sim” (RTL-I) “Sim considero.” (TL) “(…) é importante ter os dados atualizados de forma a minimizar eventuais desvios e atrasos que possam surgir devido a não trabalhar com uma base de dados sólida (…)” (IDP) “(…) melhorar a eficiência das equipas envolvidas em todo o ciclo de vida de um projeto, desde a fase de projeto, engenharia, construção e manutenção.” (RTL-II) “Sim, é fundamental para reduzirmos os ciclos de PDCA, para termos os dados apurados para tomada de decisões mais céleres, para reduzirmos custos de ineficiência e analisarmos tendências.” (TID) “sim, a partilha de dados em tempo real facilita a tomada de decisão.” (RPB)
	Papel do laboratório na partilha de resultados do produto com os stakeholders	- Lançamento de materiais - Testagem de materiais - Não existe ligação direta com os stakeholders - Ligação desempenhada pelo departamento comercial - Divulgação de projetos e seus resultados - Melhoramento e atualização dos produtos - Rapidez nas respostas para o cliente - Partilha de informação sobre produtos e metodologias	“Lançar em BIM os materiais desenvolvidos no apoio técnico de prescrição aos clientes e testados quando necessários no laboratório” (RTL-I) “Na área de partilha de resultados não temos uma ligação muito direta com os stakeholders (…). A ligação com os stakeholders é maioritariamente desempenhada com intermédio do departamento comercial.” (TL) “Pode desempenhar um papel importante através da divulgação dos projetos e resultados obtidos nos mesmos.” (IDP) “No contexto da análise de resultados dos materiais de referência, que permitem uma atualização /melhoramento dos produtos em tempo real. A facilidade de obtenção de resultados para a sua

		- Importância da confidencialidade - Desenvolvimento de estratégias para a satisfação do cliente - Monitorização de resultados	<i>análise e consequentemente respostas mais rápidas ao cliente.” (ATC)</i> <i>“(…) pode disponibilizar a informação associada a produtos no modo mais adequado e/ou implementar metodologias que facilitem a comunicação com stakeholders.” (RTL-II)</i> <i>“Um laboratório Acreditado não pode disponibilizar dados de um Cliente, mesmo que interno, pois está obrigado ao dever de confidencialidade” (RTL-II)</i> <i>“desempenho/performance dos produtos, a sua regularidade, o serviço prestado onde se inclui o apoio técnico em central ou obra, o desenvolvimento de novas soluções que possam ir ao encontro das suas expectativas, ou mesmo, antecipar algumas das suas necessidades, têm um peso cada vez mais diferenciador.” (TID)</i> <i>“A monitorização e partilha de resultados é essencial para o sucesso da relação fornecedor /cliente.” (RPB)</i>
	Metodologia de partilha como bom investimento	- Relevância da simplificação de processos - Bom investimento - Sustentabilidade da indústria - Rapidez - Desburocratizar - Deve ser um requisito - Metodologia Lean ou Kaizen - Necessidade de concordância entre todos	<i>“Uma metodologia que simplifica processos é sempre vantajosa.” (RTL-I)</i> <i>“Sim considero.” (TL)</i> <i>“(…) irá ser fundamental para o desenvolvimento de uma indústria mais sustentável, menos burocrática e mais célere de resposta.” (ATC)</i> <i>“(…) mas como uma antecipação de um requisito de mercado que em breve será imposto por arquitetos, grandes empresas construtoras e donos de obra.” (RTL-II)</i> <i>“Sim, uma metodologia mais Lean ou Kaizen, de sistematização da informação, não dependente de sujeito X ou Y, com identificação de KPIs como indicadores de gestão e que vá ao encontro da simplificação dos processos (…)” (TID)</i> <i>“Sim, desde que ambos os intervenientes estejam de acordo com a metodologia a implementar” (RPB)</i>

As TIC na indústria cimenteira	Avaliação da utilização das TIC	- Introdução ao longo dos anos - Difusão dentro setor - Bipartição dos conhecimentos - Falta de consolidação na indústria cimenteira - Projetos 4.0 de simplificação de projetos - Indústria precursora da utilização das TIC - Contraciclo com o setor da construção	“A introdução tem sido feita ao longo dos anos.” (RTL-I) “(…) presentes e bem difundidas dentro da indústria (por exemplo AutoCAD)” (IDP) “Penso que está muito bipartida, dentro da indústria cimenteira existe utilizadores com muitos conhecimentos e outros com uma carência a nível de formação.” (ATC) “a utilização de TIC na indústria cimenteira ainda não está consolidada” (RTL-II) “As áreas de TIC estão neste momento muito focalizadas em projetos de 4.0, que passam pela simplificação de processos e implementação de ferramentas informáticas, em PBI e outras, que permitem a recolha e tratamento de informação aos vários níveis, do chamado chão de fábrica até direções operacionais e executivas para que a qualquer momento e em qualquer lugar possam analisar históricos, tendências e desvios” (TID) “(…) a indústria cimenteira utiliza mais tecnologias que o restante setor da construção, isto faz com que, normalmente seja percussora na implementação de novas tecnologias, muitas vezes em contraciclo com o setor da construção, que é um setor mais tradicionalista e fechado a novas tecnologias.” (RPB)
	Vantagens	- Otimização do trabalho - Acompanhamento em tempo real de todo o processo - Base de dados - Detalhe do projeto - Identificação imediata de problemas	“E tem sido vantajosa para a otimização do trabalho.” (RTL-I) “A principal vantagem é o acompanhamento em tempo real de todo o processo, uma base de dados do controlo que permite criar um histórico (…)” (TL) “(…) a principal vantagem o nível de detalhe do modelo que é obtido.” (IDP) “Uma das grandes vantagens poderia ser a identificação de possíveis problemas on time,” (ATC)

	Desvantagens/ obstáculos	- Necessidade de formação - Investimento para a implementação - Mentalidade empresarial - Necessidade de alterações significativas no setor - Indústria conservadora - Indústria envelhecida - Resistência à mudança	<i>“A implementação de novas TIC requer formação.” (RTL-I)</i> <i>“O principal obstáculo é o investimento necessário para a implementação global dos sistemas.” (TL)</i> <i>“para além da formação, a própria mentalidade das empresas na implementação deste tipo de tecnologias e sensorizações de equipamentos” (ATC)</i> <i>“(…) falta de qualificação/formação de colaboradores para usarem este tipo de softwares.” (IDP)</i> <i>“a sua implementação requer alterações significativas na maioria dos processos da organização e as empresas cimenteiras são normalmente organizações com estrutura complexa, com um elevado número de colaboradores, e muitas vezes desenvolvem atividades em países com diferentes níveis de desenvolvimento” (RTL-II)</i> <i>“Não nos podemos esquecer que a indústria cimenteira é ainda uma indústria algo conservadora, com mão-de-obra bastante qualificada e especializada, mas nalgumas áreas operacionais, com idade avançada e de alguma forma avessa à mudança e com inércia às novas tecnologias.” (TID)</i>
	Resistência do setor à utilização de TIC de consulta de dados	- Não existe resistência - Muito trabalho já desenvolvido no setor - Existência de resistência - Mentalidade das empresas - Complexidade das empresas - Repensar a maioria dos processos - Transversal a outros setores	<i>“Não. O setor está aberto às novas TIC” (RTL-I)</i> <i>“(…) não existe qualquer resistência à utilização destas metodologias, existe muito trabalho desenvolvido na ótica da indústria 4.0, Machine Learning, digitalização dos processos, desmaterialização, etc.” (TL)</i> <i>“Sim” (IDP)</i> <i>“Existe resistência porque normalmente são empresas com uma estrutura complexa e a implementação de TIC implica repensar a maioria dos processos e uma adaptação rápida a novas</i>

		- Setor fechado as NT de partilha de dados	<i>formas de trabalho por parte de todos os colaboradores.” (RTL-II)</i> <i>“A resistência é um pouco natural, mas diria que transversal a outros sectores. A partir do momento que faz parte da estratégia da empresa e desde que comunicada de forma vertical, a transformação digital, passo a passo, traz bastantes benefícios, porque liberta tempo para a tomada de decisões.” (TID)</i> <i>“Penso que o setor é relativamente fechado á introdução de novas metodologias de partilha de dados, isto leva a erros comuns no projeto/ou construção, devido a uma ineficaz comunicação/partilha entre os intervenientes.” (RPB)</i>
A metodologia BIM	Conhecimento do BIM	- Com conhecimento - Nunca contactou - Sem conhecimento	<i>“Já ouvi falar, mas nunca contactei com a metodologia” (RTL-I)</i> <i>“Não tenho conhecimento sobre a metodologia BIM.” (TL)</i> <i>“Vagamente.” (IDP)</i> <i>“(…) mentalidade das empresas na implementação deste tipo de tecnologias e sensorizações de equipamentos.” (RTL-II)</i> <i>“Já ouvi falar, mas não a aplico nem a conheço em pormenor.” (TID)</i>
	Descrição do BIM	- Permite a criação de um modelo visual em 3D - Facilita a visualização dos resultados - Reunião de toda a informação num só ficheiro - Constituída por várias dimensões - Informações do ciclo de vida do projeto - Partilha de dados	<i>“Do que sei são uma espécie de softwares em que são introduzidas bases de dados acerca do projeto em estudo, permitindo a criação de um modelo visual em 3D, facilitando desta forma a visualização do resultado final do projeto” (IDP)</i> <i>“Metodologia BIM é uma metodologia que permite o relacionamento de todos os projetos, produtos, especialidades e outras informações num só ficheiro, possível de ser consultado.” (ATC)</i> <i>“Esta metodologia tem diversas dimensões, que vão desde o pré projeto, orçamentação, especialidades, até ao final de vida de um produto ou edifício.” (ATC)</i>

			<i>“metodologia para criar um modelo virtual 3D de um projeto de construção, integrando todas as informações associadas ao longo do seu ciclo de vida.” (RTL-II)</i> <i>“Sim, é uma metodologia que permite a partilha de dados, desde o projeto, construção e utilização entre os diferentes intervenientes.” (RPB)</i>
	Barreiras e limitações à difusão do BIM	- Indisponibilidade do software - Custo de implementação - Falta de formação/ conhecimento - Falta de legislação - Desconhecimento por parte dos projetistas - Envelhecimento do setor - Conscientização de todos para utilização de um mesmo software - Setor tecnologicamente fechado	<i>“Possivelmente nem todos os stakeholders conseguem o software em profundidade.” (RTL-I)</i> <i>“Talvez o custo de implementação de uma tecnologia deste género.” (IDP)</i> <i>“(…) falta de formação, legislação, obrigação normativa de utilização em Portugal, desconhecimento por parte das equipas projetistas, receio de utilização e envelhecimento da indústria da construção em Portugal” (ATC)</i> <i>“o principal obstáculo será consciencializar os vários profissionais/ empresas envolvidas num projeto de construção sobre as vantagens de todos utilizarem o mesmo software BIM.” (RTL-II)</i> <i>“Existe uma grande falta de conhecimento por parte dos diferentes intervenientes.” (RPB)</i> <i>“(…) trata-se de um setor tradicionalista e tecnologicamente "fechado" o que dificulta a difusão de novas metodologias” (RPB)</i>

Tendo em conta as características metodologias BIM, optou-se por começar por colocar questões mais gerais aos entrevistados.

A primeira questão teve, então, como objetivo perceber se a existência de uma metodologia que fosse capaz de estabelecer a ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia trazer benefícios para o setor do cimento.

De um modo geral, os entrevistados são da opinião que este tipo de metodologia seria uma mais-valia para o setor, uma vez que iria promover a proximidade entre todos os atores envolvidos, facilitando, deste modo, a comunicação entre os diferentes envolvidos em todo o

processo do projeto. Ao mesmo tempo, este tipo de metodologia iria ser promotora da transparência no negócio, uma vez que todo o trabalho que ira sendo desenvolvido ficaria disponível para consulta o que poderia trazer grandes vantagens ao nível de investimentos futuros devido a boas experiências passadas. A fluidez e disponibilidade da informação iria favorecer a relação B2B e B2C, permitindo, assim, resultados mais rápidos e mais adequados. Este tipo de metodologia, baseada quase em exclusivo em tecnologias digitais, é também promotora da sustentabilidade, permitindo que a estratégia da empresa esteja alinhada com objetivos ambientais e de responsabilidade social e económica.

Apesar da aparente unanimidade de respostas, um dos entrevistados é da opinião que esta ligação deve ser feita por um departamento responsável por tal, nomeadamente, o departamento de comunicação ou o departamento comercial, de forma a existir uma visão integrada da informação que deve ser disponibilizada aos diferentes stakeholders.

De facto, e aplicando o carácter generalista desta questão ao BIM, o desenvolvimento de um projeto recorrendo a esta metodologia é, conforme refere Eastman et al. (2011), um projeto colaborativo entre os vários stakeholders envolvidos na obra, desde a sua fase de conceção, incluindo, deste modo, a escolha e o desenvolvimento dos materiais. O BIM promove o trabalho colaborativo no âmbito da gestão de projetos, através do controlo de todas as fases de projeto, de execução e distribuição das tomadas de decisão. Também Marciso et al. (2017) referem o trabalho colaborativo entre os vários stakeholders do projeto permite a organização do respetivo processo de projeto, construção e manutenção, padronizando assim a troca de informação de maneira a minimizar perdas de informação entre as especialidades.

Neste seguimento, foi também questionado que benefícios teria uma metodologia que permitisse uma consulta de dados em tempo real. Em primeiro lugar a vantagem e benefício referida prende-se com a importância que é ter os dados permanentemente atualizados, o que permite uma minimização de atrasos e de desvios em todo o projeto e uma diminuição no tempo que cada etapa dos ciclos PDCA podem muitas vezes levar. Ao mesmo tempo, a disponibilização de dados em tempo real permite que todos os stakeholders possam estar envolvidos no ciclo de vida do projeto, facilitando, deste modo a tomada de decisão. O BIM vai utilizar uma base de dados única, compartilhada por toda a equipa, permitindo, deste modo, o acompanhamento permanente e atualizado da previsão de custos, permitindo também a simulação da evolução de todo o processo de construção, permitindo, deste modo, planear e

controlar o progresso da mesma sempre com os dados mais recentes (Azhar et al., 2007; Papadopoulos, 2014).

Mais especificamente, sobre o papel do laboratório, questionou-se qual o seu papel no que respeito à partilha de resultados do produto com os stakeholders. Como foi visto anteriormente o laboratório de inovação e desenvolvimento é responsável pelo desenvolvimento de ensaios e experiências necessárias para que sejam encontradas as soluções, mas adequadas e inovadoras ao mesmo tempo que procura desenvolver novos materiais para serem utilizados em construção.

Deste modo, os entrevistados consideram que o papel do laboratório relativamente à partilha de resultados do produto com os restantes dos stakeholders prende-se maioritariamente com o lançamento e testagem de novos materiais ao mesmo tempo que desenvolve ações de melhoramento e atualização de produtos já existentes. Tendo em conta então, estas ações, o laboratório é também responsável pela divulgação dos seus projetos assim como dos seus resultados, partilhando informação sobre novos produtos, novas metodologias e esclarecendo sobre os já existentes. Com a metodologia de partilha de dados em tempo real, o laboratório consegue dar respostas ao cliente com maior rapidez, contribuindo assim para a sua satisfação.

Um dos entrevistados refere que esta partilha nunca pode colocar em causa a divulgação dos dados dos clientes, sendo que confidencialidade é muito importante para o funcionamento da empresa, tanto ao nível externo como interno. Assim como já referem Mueller e Thoring, (2012) uma empresa que desenvolve projetos no âmbito da inovação e desenvolvimento (I&D) despende bastante tempo na interação com clientes, para ter capacidade de apresentar propostas interessantes de produtos ou serviços.

Deste modo, e tendo em conta as três características descritas nas questões anteriores colocou-se em questão se a aquisição de uma metodologia que as reunisse seria um bom investimento para a empresa. As respostas mostram que sim, seria um bom investimento, sendo que um dos entrevistados refere que mais cedo ou mais tarde esta vai-se tornar um requisito para o bom funcionamento de todo o processo. A simplificação dos processos, com uma grande desburocratização, leva a uma maior rapidez na concretização do projeto, contribuindo para a sustentabilidade da indústria. No entanto, para que tal funcione, e nas palavras de um dos entrevistados, todos os envolvidos têm de concordar em usar o mesmo software.

Foi então introduzido o tema das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a sua aplicação na indústria do cimento, tendo-se começado por pedir uma avaliação da utilização das TIC nos setor. De acordo com os entrevistados a indústria do cimento foi uma das precursoras da utilização das TIC nos seus processos de trabalho comparativamente com outras indústrias dentro da construção, sendo que a sua introdução foi realizada ao longo dos anos à medida que a tecnologia evoluía, verificando-se, hoje em dia uma ampla difusão no setor, um pouco em contraciclo com o setor da construção. A introdução de sistemas baseados nas TIC fornece aos gestores das indústrias de cimento informação relevante e fiável para os ajudar a tomar decisões sólidas.

Embora Mansour et al. (2021) refiram que as várias abordagens das TIC devem encontrar o seu lugar adequado dentro dos objetivos estratégicos relevantes da organização, alguns dos entrevistados consideram que a utilização das TIC na indústria do cimento ainda não se encontra completamente consolidada uma vez que, se por uma lado, existem recursos humanos com muitos conhecimentos e altamente especializados, com grande facilidade de utilização destas tecnologias, por outro lado, existem outros recursos humanos com carência ao nível de formação para a sua utilização.

Em termos de vantagens da aplicação das TIC à indústria do cimento, foram identificadas as seguintes: otimização do trabalho, a possibilidade de acompanhamento em tempo real de todo o processo, a possibilidade de construção de uma base de dados com toda a evolução do processo, o nível de detalhe que é impingido ao projeto e, por fim, a identificação imediata de qualquer tipo de problemas que possa surgir o que permite uma ação mais rápida. Corroborando o que foi dito pelos entrevistados, Gamil e Cwirzen (2022) referem que transformação digital na indústria do cimento permite a poupança de tempo e custos, facilita o acesso à informação e aumenta a eficiência e a prontidão, ajudando a criar um processo de construção mais consistente e mais rápido. Corroborando o que referem Gamil & Cwirzen (2022), a disponibilidade de dados em tempo real permite aos engenheiros acompanhar e controlar todo o processo de produção de forma mais eficiente e fiável. No outro espectro de análise, identificaram-se as seguintes desvantagens e obstáculos na aplicação das TIC no setor cimenteiro: uma grande necessidade de formação, especialmente nos postos de trabalho hierarquicamente mais baixos; necessário um grande investimento para a implementação de sistemas integrados baseados nas TIC. Além disso existe alguns obstáculos intrínsecos ao próprio setor. Modo geral a indústria

do cimento é uma indústria bastante conservadora e envelhecida onde se observa grande resistência à mudança, especialmente aquelas que envolvam tecnologia. Esta resistência à mudança é transversal a outros setores da construção, um setor bastante fechado no que respeito às novas tecnologias de partilha de dados. Também Gamil e Cwirzen (2020) identificaram obstáculos no que concerne à transformação digital no âmbito da indústria do cimento, referindo que este é um processo bastante complexo muito por causa da resistência à aceitação destas novas tecnologias pela indústria do cimento e da construção, assim como o cumprimento dos regulamentos e normas em vigor. Há também a necessidade de assegurar que os dados adquiridos são comunicados e armazenados corretamente, analisados e interpretados pelo pessoal responsável, implicando um grande investimento, tanto em recursos físicos, materiais e humanos. No entanto, alguns dos entrevistados dizem que essa resistência não existe, estando cada vez mais aberto as TIC, já existindo muito trabalho desenvolvido nesse sentido, nomeadamente na ótica da indústria 4.0, *machine learning*, digitalização dos processos, desmaterialização, entre outros.

Por fim colocaram-se questões sobre a BIM. Verificou-se que muitos dos entrevistados não tinham qualquer conhecimento acerca da tecnologia em questão, e aqueles que conheciam nunca tinham tido contato com a mesma. Assim, só alguns dos entrevistados foram capazes de descrever em que consistia a metodologia em causa. De acordo com as suas respostas a BIM é uma tecnologia de partilha de dados, que reúne a informação de um projeto num só ficheiro, abarcando todo o seu ciclo de vida. Este é constituído por várias dimensões, o que permite a criação de um modelo visual em 3D do projeto ao medido que este se vai desenrolando, facilitando, assim a visualização dos resultados. Apesar do pouco conhecimento, aqueles que descreveram a metodologia BIM parecem ter uma ideia correta sobre ela. De acordo com Underwoodd (2009), a BIM diz respeito a um processo de gestão de informação ao longo, do ciclo de vida de um edifício (desde a sua conceção até à demolição) que tem como objetivo principal possibilitar e facilita, de forma integrada, o fluxo de projeto e entrega, através do uso colaborativo de modelos digitais de edifícios em 3D semanticamente ricos em todas as fases do projeto e do ciclo de vida da construção.

Neste sentido foi questionado quais seriam as barreiras e limitações que contribuíam para uma difusão tão baixa do BIM. As respostas vão desde ao custo de implementação, o que tem como consequência a indisponibilidade do software junto de alguns stakeholders, ao mesmo tempo

que é necessário que todos os que participem no projeto tenham de utilizar o mesmo software, o que por vezes é uma tarefa bastante difícil. A falta de formação e de conhecimento dos recursos humanos relativamente a esta tecnologia, o desconhecimento por parte dos projetistas relativamente ao BIM, enquanto não existe uma legislação adequada também é visto como uma barreira à sua utilização. Por fim, este continua a ser um setor bastante envelhecido, o que faz com que seja fechado às mais recentes inovações tecnológicas. Como referem Howard e Bjork (2008) implementar uma metodologia BIM exige que todas as empresas se adaptem, através da revisão dos seus processos, o que pode ser bastante complexo. Ao mesmo tempo, um dos principais motivos de resistência à adoção da metodologia BIM é o seu elevado custo de investimento, tanto ao nível de recursos materiais, licenças e custos de operação assim como o custo associado a formações para promover o conhecimento e diminuo desta metodologia (Lu et al. 2014).

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES

A tecnologia está a modificar profundamente todas as indústrias e a mudar a forma como se trabalha em todos os sectores, sendo que a indústria de cimento não é exceção. No entanto, esta ainda mostra alguma resistência na adoção de processos digitais e inovação tecnológica.

No âmbito do setor do cimento a metodologia BIM aparece como uma nova forma de trabalho entre os diferentes stakeholders, permitindo uma colaboração entre todos durante todo o ciclo de vida de um edifício, onde se encontram englobadas as diversas especialidades, sendo que a construção e a utilização de materiais de construção como o cimento não é exceção. De facto, a utilização desta metodologia permite uma melhor coordenação e uma melhor colaboração entre os diferentes intervenientes no projeto, enquanto permite uma rápida deteção de erros e problemas, permitindo uma rápida ação de resolução, ajudando na tomada de decisão e, por isso, permitindo a otimização de custos.

No entanto esta é uma tecnologia ainda bastante desconhecida por aqueles que trabalham no setor, uma vez que, a sua adoção iria implicar uma alteração no modo de trabalhar, nos processos já instaurados além de toda o investimento que é necessário fazer, tanto em recursos materiais como em recursos humanos. Além disso, a indústria do cimento é uma indústria envelhecida, tradicional que ainda hoje mostra-se resistente às mudanças de cariz tecnológico.

No entanto, são inegáveis as vantagens que esta metodologia traz ao setor, especialmente num setor bastante competitivo. Deste modo, com este estudo pretende-se que a adoção da BIM seja impulsionada junto das diversas indústrias do setor, a começar pela indústria do cimento, visto que as suas vantagens são visíveis, compensando o investimento inicial.

Na realização de qualquer trabalho científico existem determinadas limitações que influenciam o desenrolar do mesmo, sendo que a execução desta investigação não foi exceção. A principal limitação prendeu-se com o tamanho da amostra que ao se apresentar num número reduzido, apenas permite considerar os resultados obtidos para a amostra em questão, não sendo possível fazer uma generalização. Seria então, interessante o desenvolvimento de estudo quantitativo junto das principais indústrias de cimento nacionais para aceder ao conhecimento sobre esta metodologia permitindo o desenvolvimento de estratégias abrangentes para a sua adoção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, L. & Freire, T. (2000). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação*. Psiquilíbrios.

ATIC (Associação Técnica da Indústria do Cimento). (nd) Disponível em: <http://bitly.ws/vLwx>
Acedido em 07/09/2022.

Azad, N. M., & Samarakoon, S. (2021). Utilization of indústria By-Products/Waste to Manufacture Geopolymer Cement/Concrete, *13*(2), 873. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13020873> Acedido em 02/08/2022

Azhar, S., Hein, M. & Sketo, B. (2007) Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges, *BIM-benefit*, *18*(9), 11.

Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Edições 70.

Bogdan, R. & Biklen, S. (2013). *Investigação qualitativa em educação, uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.

Boni, V & Quaresma, S. J. (2005). Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. 2 (3), 68-80. <https://doi.org/10.5007/18027> Acedido em 25/07/2022

Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). Building information modeling: Why? What? How? In *Building Information Modeling* (pp. 1–24). Cham: Springer International Publishing.

Boton, C., & Forgues, D. (2018). Practices and processes in BIM projects: An exploratory case study. *Advances in Civil Engineering*, 2018, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/7259659>
Acedido em 20/07/2022

Cadtrans design solutions. (nd). BIM Implementation. <http://bitly.ws/vLwf> Acedido em 29/07/2022

Caeiro, A. M. V. (2021). Implementação da metodologia BIM no desenvolvimento de projetos de estruturas [Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa] Repositório Científico do Instituto Politécnico de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.21/13818> Acedido em 21/07/2022

Carvalho, J. R. D. (2019). Vantagens do sistema BIM nos ambientes de projeto e gestão da construção civil. <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/3632> Acedido em 26/07/2022

Cimpor. (2015). <http://bitly.ws/vDvH> Acedido em 29/09/2022

Cimpor. (2022). <http://bitly.ws/vDvE> Acedido em 29/09/2022

Ciotta, V., Asprone, D., Manfredi, G., & Cosenza, E. (2021). Building information modelling in structural engineering: A qualitative literature review. *CivilEng*, 2(3), 765–793. <https://doi.org/10.3390/civileng2030042> Acedido em 12/07/2022

Dong, R.-R. (2017). The application of BIM technology in building construction quality management and talent training. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(7). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00860a> Acedido em 21/07/2022

Eastman, C., Telcholz, P., Sacks, R., Llston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Bookman

Farias, E., Oliveira, R., Silva, M., & Medeiros, G. (2021). Avaliação do ciclo de vida do uso de cimento na construção civil residencial brasileira. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(11), 109–125. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.011.0011> Acedido em 02/07/2022

Fierro, J. J., Escudero-Atehortua, A., Nieto-Londoño, C., Giraldo, M., Jouhara, H., & Wrobel, L. C. (2020). Evaluation of waste heat recovery technologies for the cement industry. *International Journal of Thermofluids*, 7–8(100040), 100040. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2020.100040> Acedido a 25/07/22

Fortin, M. (2009). *O Processo de investigação: da concepção à realização*. Lusociência.

Gamil, Y., & Cwirzen, A. (2022). Digital Transformation of Concrete Technology-A Review. *Frontiers in Built Environment*, 8, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.835236> Acedido a 22/09/2022

Garcia-Gago, J., Sánchez-Aparicio, L. J., Soilán, M., & González-Aguilera, D. (2022). HBIM for supporting the diagnosis of historical buildings: case study of the Master Gate of San Francisco.) <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104453> Acedido em 22/09/2022

Gil, A. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.

Francisco in Portugal. *Automation in Construction*, 141(104453), 104453. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104453> Acedido em 05/08/2022

Góes, M. B. , Rioga, C. L., Campos, I. L. de A., Freitas, L. D. de, Barbosa, S. J., & Souza, F. T. de. (2020). Benefícios da implementação do método BIM no planejamento e gerenciamento de obras. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, 8(14), 107. <https://doi.org/10.5380/relainep.v8i14.77617> Acedido em 15/07/2022

Gonçalves Jr, F. (2018). Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia <http://bitly.ws/vLwg> Acedido a 06/07/2022

Gonçalves Jr, F. (2019). Implantação BIM desafios e por onde começar? <http://bitly.ws/vLwo> Acedido a 06/07/2022

Howard, R., & Björk, B. (2008). Building information modelling – Experts’ views on standardisation and industry deployment. *Advanced Engineering Informatics*, 22 (2), 271- 280. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2007.03.001> Acedido em 15/07/2022

Jamali, G., Karimi Asl, E., Hashemkhani Zolfani, S., & Šaparauskas, J. (2017). Analysing larg supply chain management comoptitive strategies in iranian cement industries. *E+M Ekonomie a Management*, 20(3), 70–83. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2017-3-005> Acedido a 18/08/2022

Jefferies, M., & Dastider, S. G. (2018). BIM in Multifamily Design & Construction. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 06(04), 331–339. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/jbcpr.2018.64022> Acedido a 22/08/2022

Khairova, D., & Sayfullaeva, M. (2021). Development trends of the cement industry in Uzbekistan. *Bulletin of Science and Practice*, 7(6), 358–362. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/40> Acedido a 06/07/2022

Kjartansdóttir, I. B., Mordue, S., Nowak, P., Philp, D., & Snæbjörnsson, J. T. (2017). *Building information modelling-BIM*. Warsaw, Poland: Civil Engineering Faculty of Warsaw University of Technology.

Kumanayake, R., & Bandara, P. (2012). Building Information Modelling (BIM); How it Improves Building Performance. https://www.researchgate.net/publication/322624164_Building_Information_Modelling_BIM_How_it_Improves_Building_Performance Acedido a 07/07/2022

Langner, C., Hermann, L. R., & Radüns, C. D. (2019). Vantagens e desvantagens do conveyor BIM na área da construção. *Salão do Conhecimento*.

Lepkova, N., Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania, Maya, R., Ahmed, S., Šarka, V., Tishreen University, Syria, ... Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania. (2018). BIM implementation maturity level and proposed approach for the upgrade in Lithuania. *International Journal of BIM and Engineering Science*, 22–38. <https://doi.org/10.54216/ijbes.020102> Acedido a 23/07/2022

Leśniak, A., Górka, M., & Skrzypczak, I. (2021). Barriers to BIM implementation in architecture, construction, and engineering projects—the polish study. *Energies*, 14(8), 2090. <https://doi.org/10.3390/en14082090> Acedido a 29/07/2022

Li, X., Qin, D., Hu, Y., Ahmad, W., Ahmad, A., Aslam, F., & Joyklad, P. (2022). A systematic review of waste materials in cement-based composites for construction applications. *Journal of Building Engineering*, 45(103447), 103447. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103447> Acedido a 16/10/2022

- Lim, C., Jung, E., Lee, S., Jang, C., Oh, C., & Shin, K. N. (2020). Global trend of cement production and utilization of circular resources. *E'neoji Gonghag*, 29(3), 57–63. <https://doi.org/10.5855/ENERGY.2020.29.3.057> Acedido a 11/08/2022
- Lordsleem Júnior, A. C., & de Lima, B. E. G. (2014). Indicators benchmarking of cement-based construction technologies: Brazilian case study. *Open Journal of Civil Engineering*, 04(04), 301–310. <https://doi.org/10.4236/ojce.2014.44025> Acedido a 11/07/2022
- Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Liang, C., & Rowlinson, S. (2014). Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. *Building and Environment*, 82, 317-327. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.030> Acedido a 11/09/2022
- M. El-Sayed, A., A. Faheim, A., A. Salman, A., & M. Saleh, H. (2021). Introductory chapter: Cement industry. In *Cement Industry - Optimization, Characterization and Sustainable Application*. IntechOpen.
- Mansour, A., QTAISHAT, h., Samara, E., & Husamie, R. (2021). Information technology practice in cement industry. *Wseas Transactions on Business and Economics*, 18, 855-864. <https://doi.org/10.37394/23207.2021.18.81> Acedido a 05/09/2022
- Marciso, M. L. et al. (2017) Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 7, 19-41.
- Milyutina, M. A. (2018). Introduction of Building Information Modeling (BIM) Technologies in Construction. *Journal of Physics. Conference Series*, 1015, 042038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1015/4/042038> Acedido a 05/07/2022
- Morales, F., Herrera, R. F., Rivera, F. M.-L., Atencio, E., & Nuñez, M. (2022). Potential application of BIM in RFI in building projects. *Buildings*, 12(2), 145. <https://doi.org/10.3390/buildings12020145> Acedido a 20/10/2022
- Muller, R., & Thoring, K. (2012). *Design Thinking vs. Lean Startup: A comparison of two user-driven innovation strategies*. <http://bitly.ws/vZmQ> Acedido a 08/07/2022

Muñoz-La Rivera, F., Vielma, J. C., Herrera, R. F., & Carvallo, J. (2019). Methodology for building information modeling (BIM) implementation in structural engineering companies (SECs). *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2019/8452461>
Acedido a 24/07/2022

Nazim, M., & Yousaf, M. H. (2022). *Health and safety in cement industry*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26400.87045> Acedido a 06/10/2022

Nouman, S. (2019). Industrial Geology. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12063.30885> Acedido a 12/08/2022

Papadopoulos, N. A. (2014) *Avaliação da metodologia BIM através da modelagem paramétrica 3D de um projeto convencional*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Plaza, M. G., Martínez, S., & Rubiera, F. (2020). CO2 capture, use, and storage in the cement industry: State of the art and expectations. *Energies*, 13(21), 5692. <https://doi.org/10.3390/en13215692> Acedido a 20/08/2022

Rampuri, S. (2017). Study and analysis of occupational & health diseases in cement industries. *International Journal for Advance Research and Development*, 2(3).

Ray, J. (2020). BIM Beyond Design Guidebook. Em National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/25840> Acedido a 23/08/2022

Rocha, P., & Cardeira, A. (2021). Transição Energética e Descarbonização: eficiência, competitividade, inovação na Indústria de Cimento Nacional e Políticas Públicas de apoio à sua transformação.

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>
Acedido a 09/09/2022

Sampaio, A. Z. (2017). BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering. *Journal of Software Engineering and Applications*, 10(02), 194–210. <https://doi.org/10.4236/jsea.2017.102012> Acedido a 21/07/2022

Sampaio, A. Z., & Gomes, A. M. (2022). Professional one-day training course in BIM: A practice overview of multi-applicability in construction. *Journal of Software Engineering and Applications*, 15(05), 131–149. <https://doi.org/10.4236/jsea.2022.155007> Acedido a 06/08/2022

Sampaio, A. Z., Gomes, A. M., & Farinha, T. (2021). BIM methodology applied in structural design: Analysis of interoperability in ArchiCAD/ETABS process. *Journal of Software Engineering and Applications*, 14(06), 189–206. <https://doi.org/10.4236/jsea.2021.146012> Acedido a 26/07/2022

Secil. (2015). *Manual do Sistema de Gestão de Qualidade, Ambiente e Segurança*. SECIL.

Secil. (2022). <http://bitly.ws/vDvK> Acedido a 06/10/2022

Serapioni, M. (2000). Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. *Ciências da Saúde Colectiva*, 5(1), 187-192.

Underwood, Jason. 2009. *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies: Concepts and Technologies*. IGI Global.

Winstanley, A., & Fraser, N. (2013) BIM for all - dummies or not! <http://bitly.ws/vLwu> Acedido a 06/10/2022

Yahya Al-Ashmori, Y., Bin Othman, I., Bin Mohamad, H., Rahmawati, Y., & Napiah, M. (2019). Establishing the level of BIM implementation – A case study in Melaka, Malaysia. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 601(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/601/1/012024> Acedido a 21/09/2022

Zhang, L., Chu, Z., He, Q., & Zhai, P. (2019). Investigating the constraints to building information modeling (BIM) applications for sustainable building projects: A case of China. *Sustainability*, 11(7), 1896. <https://doi.org/10.3390/su11071896> Acedido a 25/07/2022

APÊNDICES

Apêndice I - Guião da Entrevista

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

- 1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?**
- 2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.**
- 3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?**
- 4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?**
- 5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?**
- 6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?**

- 7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?**
- 8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?**
- 9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?**

Obrigada pela sua participação!

ANEXOS

Anexo I- Entrevista RTL – I

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Responsável Técnico de Laboratório. Validação técnica de resultados, emissão de relatórios de ensaio; Supervisão dos métodos de ensaio; Conhecimento das aplicações, restrições e interferências existentes nos diversos métodos do laboratório; Validação de métodos; Cálculo de Incertezas; Gestão do plano de calibração e manutenção de equipamentos.

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

Sim, beneficia. A proximidade da empresa, dos stakeholders e da indústria beneficia a inovação é vantajosa. O intercâmbio de realidades pode potenciar o avançar mais rápido. O sistema BIM permite que todos estejam a utilizar a mesma base, o que facilita a comunicação.

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

Sim.

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

Lançar em BIM os materiais desenvolvidos no apoio técnico de prescrição aos clientes e testados quando necessários no laboratório

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

Uma metodologia que simplifica processos é sempre vantajosa.

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

A introdução tem sido feita ao longo dos anos. E tem sido vantajosa para a otimização do trabalho. A implementação de novas TIC requer formação.

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

Não. O setor está aberto às novas TIC

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Já ouvi falar, mas nunca contactei com a metodologia

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

Possivelmente nem todos os stakeholders conseguem o software em profundidade.

Obrigada pela sua participação!

Anexo II-Entrevista RTL – II

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Responsável Técnico de Laboratório

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

Considero que a comunicação entre a empresa e stakeholders deve ser feita pelo departamento de comunicação ou departamento comercial pois deve existir uma visão integrada da informação a disponibilizar.

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

Sim, pois, permitirá melhorar a eficiência das equipas envolvidas em todo o ciclo de vida de um projeto, desde a fase de projeto, engenharia, construção e manutenção.

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

Um laboratório Acreditado não pode disponibilizar dados de um Cliente, mesmo que interno, pois está obrigado ao dever de confidencialidade. No entanto, pode disponibilizar a informação

associada a produtos no modo mais adequado e/ou implementar metodologias que facilitem a comunicação com stakeholders.

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

A implementação de uma ferramenta/ metodologia para partilha de dados em tempo real não deve ser encarada como apenas um investimento do ponto de vista de análise de rentabilidade, mas como uma antecipação de um requisito de mercado que em breve será imposto por arquitetos, grandes empresas construtoras e donos de obra.

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

Na minha opinião, a utilização de TIC na indústria cimenteira ainda não está consolidada, embora seja inquestionável que para uma gestão eficaz é indispensável a utilização de ferramentas que permitam o rápido acesso a dados, uma maior rapidez na tomada de decisões e consequentes ganhos em competitividade. No entanto, a sua implementação requer alterações significativas na maioria dos processos da organização e as empresas cimenteiras são normalmente organizações com estrutura complexa, com um elevado número de colaboradores, e muitas vezes desenvolvem atividades em países com diferentes níveis de desenvolvimento.

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

Existe resistência porque normalmente são empresas com uma estrutura complexa e a implementação de TIC implica repensar a maioria dos processos e uma adaptação rápida a novas formas de trabalho por parte de todos os colaboradores.

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Já ouvi falar no conceito e penso que é uma metodologia para criar um modelo virtual 3D de um projeto de construção, integrando todas as informações associadas ao longo do seu ciclo de vida

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

Na minha opinião, o principal obstáculo será consciencializar os vários profissionais/ empresas envolvidas num projeto de construção sobre as vantagens de todos utilizarem o mesmo software BIM.

Obrigada pela sua participação!

Anexo III- Entrevista – TL

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Registo de equipamentos, colaboração na calibração e na realização de verificações intermédias; Colaboração na gestão do plano de calibração e manutenção de equipamentos; Realizar funções não rotineiras da especialidade. Aplicar e desenvolver conhecimentos específicos; Participação na supervisão dos métodos de ensaio. Acompanhar projetos de I&D, reuniões e desenvolvimento.

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

Sim, considero que beneficia, até porque já existe uma entidade que faz essa ligação, no seguimento de uma necessidade levantada.

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

Sim considero.

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

Na área de partilha de resultados não temos uma ligação muito direta com os stakeholders, quanto muito na parte da receção dos arquitetos e partilha das soluções disponíveis. A ligação com os stakeholders é maioritariamente desempenhado com intermédio do departamento comercial.

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

Sim considero

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

A principal vantagem é o acompanhamento em tempo real de todo o processo, uma base de dados do controlo que permite criar um histórico de todo o processo e implementar melhorias. O principal obstáculo é o investimento necessário para a implementação global dos sistemas.

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

Dentro do sector não existe qualquer resistência à utilização destas metodologias, existe muito trabalho desenvolvido na ótica da indústria 4.0, Machine Learning, digitalização dos processos, desmaterialização, etc.

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Não tenho conhecimento sobre a metodologia BIM.

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

Obrigada pela sua participação!

Anexo IV- Entrevista – IDP

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Área de Investigação e Desenvolvimento de Produto.

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

Sim, pois além de poder permitir a partilha de conhecimentos entre as várias áreas, também promove uma maior transparência no trabalho desenvolvido, o que poderá refletir-se em termos de investimentos futuros e na busca de procurar sempre as melhores soluções possíveis de forma a acrescentar valor à empresa e ao setor em que se insere.

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

Sim. No desenvolvimento/dimensionamento de um projeto é importante ter os dados atualizados de forma a minimizar eventuais desvios e atrasos que possam surgir devido a não trabalhar com uma base de dados sólida, fiável e em permanente atualização.

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

Pode desempenhar um papel importante através da divulgação dos projetos e resultados obtidos nos mesmos.

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

Sim

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

As metodologias baseadas nas TIC encontram-se presentes e bem difundidas dentro da indústria (por exemplo AutoCAD), sendo a principal vantagem o nível de detalhe do modelo que é obtido. Um dos principais obstáculos talvez seja a falta de qualificação/formação de colaboradores para usarem este tipo de softwares.

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

Sim

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Vagamente. Do que sei são uma espécie de softwares em que são introduzidas bases de dados acerca do projeto em estudo, permitindo a criação de um modelo visual em 3D, facilitando desta forma a visualização do resultado final do projeto dando umas informações mais detalhadas sobre qualquer pormenor que se queira apontar.

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

Talvez o custo de implementação de uma tecnologia deste género.

Obrigada pela sua participação!

Anexo V – Entrevista – ATC

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Apoio técnico à construção - Reclamações de produtos de base cimentícia, apoio técnico a projetistas, projetos ID

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

Sim, hoje em dia a criação de synergias é fundamental para o bom funcionamento das empresas. A relação B2B e B2C flui de uma forma natural se os processos tiverem toda a informação disponível (desde que esta não comprometa informações internas de índole confidencial). Num departamento de investigação, poderá permitir a digitalização de alguns processos, acelerando entrega de resultados em tempo real.

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

Sim. (tal como referido no ponto 2.)

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

No contexto da análise de resultados dos materiais de referência, que permitem uma atualização/melhoramento dos produtos em tempo real. A facilidade de obtenção de resultados para a sua análise e consequentemente respostas mais rápidas ao cliente.

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

Sim. Tanto é um bom investimento como irá ser fundamental para o desenvolvimento de uma indústria mais sustentável, menos burocrática e mais célere de resposta

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

Penso que está muito bipartida, dentro da indústria cimenteira existe utilizadores com muitos conhecimentos e outros com uma carência a nível de formação. hoje em dia os trabalhos mais comuns (trabalhos fabris etc....) não utilizam este tipo de tecnologias iriam ganhar se estas fossem implementadas. Uma das grandes vantagens poderia ser a identificação de possíveis problemas on time, colocação em sistema informático, geradores de alertas para determinadas carências, redução da utilização da chamada para o alerta de todo o tipo de problemas, podendo este ser só utilizado em situações de perigo iminente ou catástrofe. em relação a obstáculos, para além da formação, a própria mentalidade das empresas na implementação deste tipo de tecnologias e sensorizações de equipamentos

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

Sim. (ponto 6.)

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Metodologia BIM é uma metodologia que permite o relacionamento de todos os projetos, produtos, especialidades e outras informações num só ficheiro, possível de ser consultado. Esta metodologia tem diversas dimensões, que vão desde o pré projeto, orçamentação, especialidades, até ao final de vida de um produto ou edifício. Metodologia essa que permite um melhor acesso a todos os elementos do projeto, identificar diversas incompatibilidades, e prever os fins de vida de cada material

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

A maior barreira é sem dúvida a falta de formação, legislação, obrigação normativa de utilização em Portugal, desconhecimento por parte das equipas projetistas, receio de utilização e envelhecimento da indústria da construção em Portugal

Obrigada pela sua participação!

Anexo VI – Entrevista – RPB

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Desempenhei funções como responsável técnico de laboratório e atualmente sou responsável de produção de betão

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

sim, uma ligação eficaz entre os diferentes intervenientes facilita a partilha de informação, beneficiando o setor

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

sim, a partilha de dados em tempo real facilita a tomada de decisão. Ter dados para tomar decisões permitem tomar decisões mais cedo é essencial para atingir os objetivos do projeto

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

Produtores de betão, são os principais consumidores de cimento e, nesta medida, um dos stakeholders da indústria cimenteira. A monitorização e partilha de resultados é essencial para o sucesso da relação fornecedor /cliente.

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

Sim, desde que ambos os intervenientes estejam de acordo com a metodologia a implementar

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

No geral, a indústria cimenteira utiliza mais tecnologias que o restante setor da construção, isto faz com que, normalmente seja percussora na implementação de novas tecnologias, muitas vezes em contraciclo com o setor da construção, que é um setor mais tradicionalista e fechado a novas tecnologias

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

Penso que o setor é relativamente fechado á introdução de novas metodologias de partilha de dados, isto leva a erros comuns no projeto e/ou construção, devido a uma ineficaz comunicação/partilha entre os intervenientes.

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Sim, é uma metodologia que permite a partilha de dados, desde o projeto, construção e utilização entre os diferentes intervenientes. Pressupõe que todos saibam utilizar para que possa retirar todo o benefício do BIM

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

Existe uma grande falta de conhecimento por parte dos diferentes intervenientes. Como referido anteriormente trata-se de um setor tradicionalista e tecnologicamente "fechado" o que dificulta a difusão de novas metodologias

Obrigada pela sua participação!

Anexo VII – Entrevista - TID

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, a sigla BIM refere-se a Building Information Modeling e compreende todo o processo de criação e utilização de modelos digitais para projetar, construir e operar edifícios ou outras construções. Esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Setúbal da Escola Superior de Ciências Empresariais tem como objetivo compreender de que forma quais os contributos da metodologia BIM num laboratório de controlo, inovação e desenvolvimento da indústria cimenteira.

Desde já agradeço a sua colaboração!

1. Bom dia/boa tarde. Poder-me-ia descrever resumidamente a sua função dentro da presente empresa?

Bom dia. Desempenhei funções como Responsável técnico de Laboratório durante vários anos. Mais recentemente 4 anos ligado à direção de laboratórios de controlo de qualidade e processo na área de cimentos, com reporte à direção executiva industrial, neste momento coordeno a área técnica e de desenvolvimento de outra área de negócio do grupo, a área de agregados. A função tem na sua génese a garantia e acompanhamento de qualidade dos vários materiais produzidos nos vários centros de produção ao nível nacional, fazendo a ponte com produção e as necessidades da área comercial e consequentemente dos nossos clientes. É uma área bastante técnica e de suporte à direção operacional dos agregados em projetos de desenvolvimento e de melhoria contínua. Agrega igualmente toda a atividade de normalização do sector acompanhando e trazendo para dentro de casa as tendências do mesmo e os potenciais projetos para implementação industrial, tendo em vista a sustentabilidade do sector como um todo. O departamento é novo e foi criado no início de 2022.

2. Considera que a existência de uma metodologia que estabelecesse uma ligação entre o departamento de investigação de uma empresa, os seus stakeholders e a própria indústria poderia beneficiar o setor? Justifique a sua resposta.

A sustentabilidade onde se inclui a responsabilidade social ultrapassou a latência de um conceito. Hoje em dia, as empresas que pretendem não só sobreviver, mas demarcar-se num mercado global e cada vez mais competitivo, terão que ter a sustentabilidade na sua estratégia e governança. Sustentabilidade é a estratégia. Nesse sentido, a sustentabilidade com parte integrante da estratégia implica o cumprimento de uma série de guidelines internacionais e harmonizadas por forma a promover o benchmarking entre empresas do mesmo sector ou de diferentes sectores. A transparência é outro dos valores que deve fazer parte da estratégia da mesma, pela própria relação com todas as partes interessadas, sejam colaboradores, investidores, acionistas, clientes, fornecedores, comunidade local, etc. Comunicar, dar a conhecer o que se faz e o que se pretende fazer, para onde se vai, é um ponto chave para a empresa. Outro keypoint que define o ADN da empresa e que tocou, é sem dúvida a sua maturidade, capex e budget para as suas atividades de Investigação e Desenvolvimento, bem como de Inovação. Devem ser áreas distintas porque têm áreas de intervenção e indicadores de gestão diferentes. Os projetos europeus coordenados por entidades públicas que visam a parceria entre academias/universidades/centros de investigação e a indústria sob a forma de laboratórios colaborativos como os COLAB ou outras plataformas, são hoje uma realidade e um sinal de que a metodologia existe e que pode ser implementada para benefício mútuo das empresas industriais e das universidades e/ou centros de investigação.

3. Considera a consulta de dados em tempo real, num projeto, uma parte importante para o sucesso do mesmo?

Sim, é fundamental para reduzirmos os ciclos de PDCA, para termos os dados apurados para tomada de decisões mais céleres, para reduzirmos custos de ineficiência e analisarmos tendências. Não estamos a falar apenas de digitação ou digitalização, mas sim de efetiva transformação digital. Falamos de indústria 4.0 ou de 5.0, de Inteligência Artificial, de block chain ou de machine learning. A era digital veio para ficar.

4. Qual o papel que o seu departamento poderá desempenhar na partilha de resultado do produto aos stakeholders?

O foco de quem trabalha na área de qualidade e de desenvolvimento acaba por ser, invariavelmente, o cliente e a plena satisfação do mesmo. Não acredito na visão simplista de que o único atributo de preferência e fidelização do cliente seja exclusivamente o preço; nos tempos atuais, num mercado mais competitivo e exigente, variáveis como o desempenho/performance dos produtos, a sua regularidade, o serviço prestado onde se inclui o apoio técnico em central ou obra, o desenvolvimento de novas soluções que possam ir ao encontro das suas expectativas, ou mesmo, antecipar algumas das suas necessidades, têm um peso cada vez mais diferenciador. Esses são hoje os desafios que se colocam á área técnica, onde se exige cada vez mais uma partilha mais célere da informação relacionada com o(s) produtos(s).

5. Considera que a implementação de uma metodologia que elencasse todas as questões acima na generalidade seria um bom investimento?

Sim, uma metodologia mais Lean ou Kaizen, de sistematização da informação, não dependente de sujeito X ou Y, com identificação de KPIs como indicadores de gestão e que vá ao encontro da simplificação dos processos e da dependência do sujeito X ou Y, será sempre um bom investimento. Estamos a falar não só das alterações de comportamentos como também da tal transformação digital necessária, coordenada pelas áreas/departamento/projetos de 4.0 que visam sobretudo e numa primeira fase a digitalização dos processos.

6. No geral, como avalia a utilização de metodologias baseadas nas TIC dentro da indústria cimenteira? Quais as principais vantagens dessa utilização? E obstáculos?

As áreas de TIC estão neste momento muito focalizadas em projetos de 4.0, que passam pela simplificação de processos e implementação de ferramentas informáticas, em PBI e outras, que permitem a recolha e tratamento de informação aos vários níveis, do chamado chão de fábrica até direções operacionais e executivas para que a qualquer momento e em qualquer lugar possam analisar históricos, tendências e desvios. O objetivo passa por tornar os processos mais controlados, regulares, próximos dos objetivos e claro, sempre que possível, minimizando custos. O próximo passo, na indústria cimenteira, passará por implementar a internet das coisas

aplicável às máquinas/ferramentas, que indicarão as horas trabalhadas e parâmetros de processo in loco, tendo em vista a otimização da produção e manutenção. A própria Inteligência Artificial, assente em modelos preditivos permitirá também otimizar performances e reduzir custos. Estamos no princípio do processo de transformação digital, acompanhando a era digital, mas posso constatar que nos últimos 5 anos, estamos francamente melhores. Relativamente a obstáculos não nos podemos esquecer que a indústria cimenteira é ainda uma indústria algo conservadora, com mão-de-obra bastante qualificada e especializada, mas nalgumas áreas operacionais, com idade avançada e de alguma forma avessa à mudança e com inércia às novas tecnologias. Não é só nesta indústria que nos deparamos com este paradigma. É uma questão mais geracional e transversal dos nossos dias. A transformação digital enquanto estratégia passa pelo envolvimento e comprometimento de todos, desde a gestão de topo, pelo exemplo, mas sobretudo as lideranças intermédias que lidam no dia-a-dia com as operações e que fazem acontecer, têm um papel fundamental. Havendo vontade e recursos para tal, é uma questão de mentalidade. Será importante conciliar a renovação de recursos humanos mais jovens e mais ágeis à mudança, com as gerações mais velhas e com grande know how. Para finalizar e tocando na geração de dados, estamos a falar de uma era em que se produz uma grande quantidade de dados e será necessário ter capacidade de os guardar, assim como de salvaguardar a sua proteção e confidencialidade quando no quotidiano, todos os dias ouvimos que grandes companhias, com sistemas informáticos de ciber-segurança robustos são vítimas de ciberataques.

7. Considera que existe alguma resistência dentro do setor para usar metodologias de consulta de dados, entre outras metodologias baseadas nas TIC?

A pergunta foi em parte respondida na anterior. A resistência é um pouco natural, mas diria que transversal a outros sectores. A partir do momento que faz parte da estratégia da empresa e desde que comunicada de forma vertical, a transformação digital, passo a passo, traz bastantes benefícios, porque liberta tempo para a tomada de decisões. Num certo prisma podemos entender que poderá implicar a eliminação de alguns postos de trabalho, mas outros criar-se-ão.

8. Conhece a metodologia BIM? Por palavras suas, como descreve a referida metodologia?

Já ouvi falar, mas não a aplico nem a conheço em pormenor.

9. Quais as barreiras/limitações existentes para o BIM não ser mais difundido?

Obrigada pela sua participação!