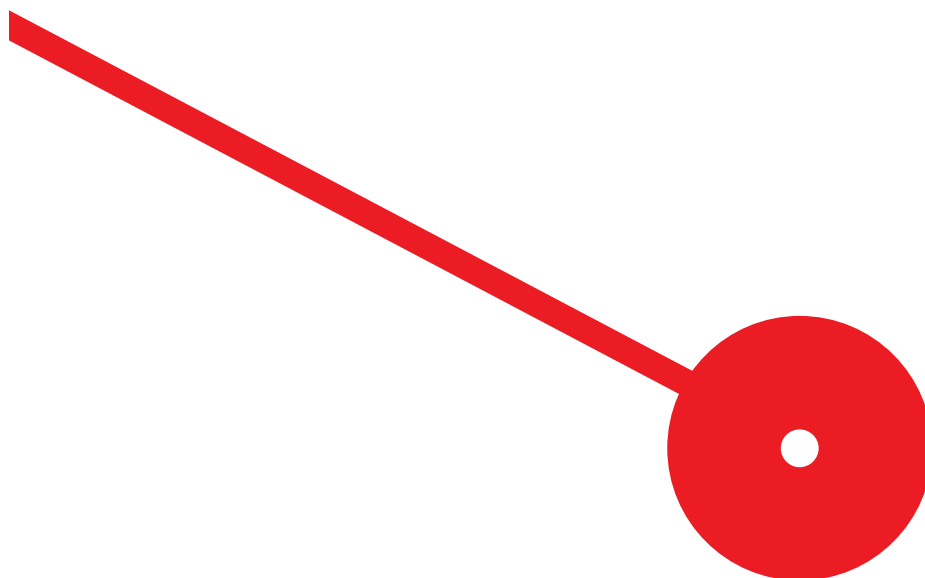




Modelo de Gestão Integrada para Projetos Fotovoltaicos: Otimização do Controlo Financeiro, Planeamento e Execução

Francisco José Pereira Alves

10/2025

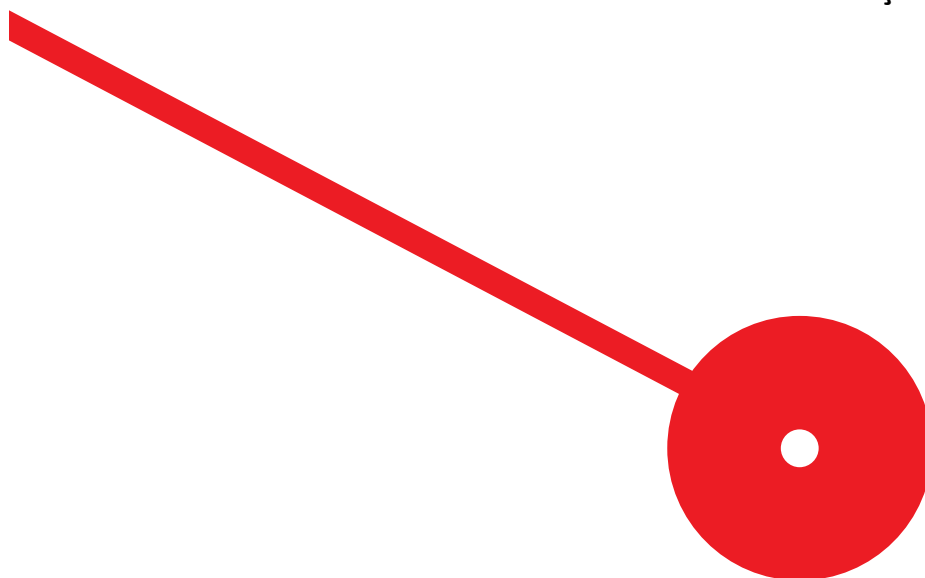




Modelo de Gestão Integrada para Projetos Fotovoltaicos: Otimização do Controlo Financeiro, Planeamento e Execução

Francisco José Pereira Alves

Trabalho de Projeto apresentado ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Gestão das Organizações Ramo Gestão Pública, sob orientação do Professor Adalmiro Álvaro Malheiro de Castro Andrade Pereira e Professora Tânia Catarina Vilaça Teixeira.



Dedicatória

Ao meu irmão,

Esta conquista é tanto minha como tua. Cada página desta dissertação foi escrita com a tua força ao meu lado. Foste o meu porto seguro nos momentos de dúvida, a minha maior motivação nos momentos de cansaço e a luz que nunca me deixou perder o rumo.

Obrigado por acreditares em mim, sempre e incondicionalmente. Obrigado por seres o meu exemplo de resiliência, coragem e determinação.

Esta vitória é tua tanto quanto é minha — o reflexo do apoio, da amizade e da inspiração que sempre me ofereceste.

Com toda a minha gratidão e carinho,

Francisco

Agradecimentos

A concretização deste trabalho representa o culminar de um percurso exigente, que só foi possível graças ao contributo e apoio de várias pessoas e instituições, a quem manifesto a minha mais profunda gratidão.

Em primeiro lugar, expresso o meu sincero agradecimento aos meus Orientadores, Professor Adalmiro Pereira e Professora Tânia Teixeira, pela orientação rigorosa, pela disponibilidade constante e pelos valiosos ensinamentos que partilharam ao longo de todo este processo. Ambos com uma visão crítica, o incentivo contínuo e a confiança depositada foram fundamentais para o desenvolvimento e concretização desta dissertação.

À minha família, o meu eterno agradecimento. Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelos valores que me transmitiram e por me ensinarem que o esforço e a persistência são os alicerces de qualquer conquista.

Aos meus amigos e colegas, agradeço o apoio, a motivação e as conversas que ajudaram a transformar os momentos de maior pressão em desafios superáveis. Tornaram este percurso mais leve, mais humano e, acima de tudo, mais gratificante.

E, de forma muito especial, ao meu irmão — pela força, pelo exemplo e por ser a minha âncora em todos os momentos. Esta conquista é nossa.

A todos, o meu mais sincero obrigado. Sem vós, este percurso não teria o mesmo significado.

Francisco

Resumo:

A gestão de projetos fotovoltaicos (PV) é marcada pela complexidade técnica, logística e pela volatilidade dos recursos. Esta investigação aborda a fragmentação crítica entre processos de planeamento, execução e controlo financeiro, que culmina em silos de informação, sobrecarga administrativa e decisões estratégicas tardias, comprometendo a rentabilidade dos projetos. O objetivo central foi desenvolver e propor um modelo conceptual de gestão integrada para o setor, operacionalizado através de um protótipo em Microsoft Excel, que articule estas três dimensões. A metodologia adotada foi qualitativa, baseada num estudo de caso único de uma empresa do setor, com recolha de dados por análise documental (10 projetos) e observação direta do trabalho dos gestores. A revisão de literatura demonstrou que, apesar da existência de *frameworks* robustos (PMBOK, PRINCE2), a sua aplicação e integração prática no contexto específico fotovoltaico permanecem insuficientemente exploradas, evidenciando uma lacuna de investigação. O modelo proposto sintetiza e adapta os princípios do PMBOK, as métricas do *Earned Value Management* (EVM) e as perspetivas do *Balanced Scorecard* (BSC), às especificidades do setor. Conclui-se que a implementação deste modelo integrado, suportado por uma ferramenta de monitorização em tempo real, proporciona uma melhoria significativa na visibilidade do desempenho, na antecipação de desvios e na eficácia da tomada de decisão, reforçando a sustentabilidade económica das empresas. Esta investigação contribui com um *framework* conceptual aplicado e um plano de implementação faseado, propondo futuras linhas para a validação empírica do modelo noutros contextos.

Palavras chave: Gestão de Projetos Fotovoltaicos; Gestão Integrada; Earned Value Management (EVM); Controlo Financeiro.

Abstract:

The management of photovoltaic (PV) projects is characterized by high technical and logistical complexity, coupled with resource volatility. This study addresses the critical fragmentation among planning, execution, and financial control processes, which leads to information silos, administrative burden on project managers, and delayed strategic decisions, ultimately compromising project profitability. The main objective was to develop and propose a conceptual integrated management model for the PV sector, operationalized via a prototype tool in Microsoft Excel, to effectively articulate these three dimensions. A qualitative methodology was employed, centered on a single case study within a sector company. Data collection involved documentary analysis (10 projects) and direct observation of project managers' work. The critical literature review reveals that while robust project management frameworks (PMBOK, PRINCE2) and control methodologies (Earned Value Management - EVM) are available, their practical application and integration within the specific PV context remain underexplored, indicating a significant research gap. The proposed model synthesizes and adapts the principles of PMBOK, EVM metrics, and Balanced Scorecard (BSC) perspectives to the sector's specificities. It is concluded that implementing this integrated model, supported by a real-time monitoring tool, significantly enhances performance visibility, deviation anticipation, and decision-making effectiveness, thereby strengthening the economic sustainability of PV companies. This research contributes an applied conceptual framework and a phased implementation plan, proposing future research lines for the empirical validation of the model in other contexts.

Key words: Photovoltaic Project Management; Integrated Management; Earned Value Management (EVM); Financial Control.

Índice geral

Capítulo – Introdução	1
Capítulo I – Revisão de Literatura	7
1 Revisão de Literatura.....	8
1.1 Especificidades e Desafios da Gestão de Projetos Fotovoltaicos.....	8
1.2 Abordagens Tradicionais de Gestão de Projetos e suas Limitações no Contexto Fotovoltaico	9
1.3 O Modelo de Gestão Atual na Empresa-Alvo e a Necessidade de Integração Digital	10
1.4 A Necessidade de Modelos Integrados: Articulado Planeamento, Execução e Controlo com Ferramentas BI	11
1.5 Síntese Crítica e Identificação da Lacuna de Investigação.....	12
Capítulo II – Metodologia.....	15
2 Metodologia.....	16
2.1 Abordagem Metodológica: Estudo de Caso Qualitativo	16
2.2 Contexto da Investigação e Seleção do Caso	16
2.3 Métodos de Recolha de Dados	17
2.3.1 Análise Documental	17
2.3.2 Observação Participante	17
2.4 Métodos de Análise de Dados	18
2.4.1 Processo Analítico	18
2.4.2 Papel do Investigador e Reflexividade	19
2.4.3 Triangulação Interpretativa.....	20
2.4.4 Síntese.....	20
2.5 Mapa Resumo das Fase Metodológicas (Fluxograma).....	21
2.6 Questões Éticas e Limitações do Estudo	21
Capítulo III – Modelo Conceptual e Protótipo da Ferramenta de Gestão Integrada	23

3	Modelo Conceptual e Protótipo da Ferramenta de Gestão Integrada.....	24
3.1	Fundamentos do Modelo Proposto.....	24
3.2	O Modelo Proposto vs. o Processo Atual: A Superação da Fragmentação	25
3.3	Componentes e Mecanismos de Integração.....	25
3.4	Sistemas de Medição de Desempenho: EVM e BSC Aplicados.....	26
3.5	Protótipo da Ferramenta: Funcionalidades e Especificações	28
3.6	Análise <i>SWOT</i> e Interpretação Estratégica.....	29
3.6.1	Interpretação Estratégica	32
3.7	Validação Preliminar do Protótipo	33
3.7.1	Método de Validação.....	33
3.7.2	Resultados.....	33
3.7.3	Conclusão da Validação	34
	Capítulo IV – Plano de Implementação.....	35
4	Plano de Implementação.....	36
4.1	Estratégia de Implementação Faseada	36
4.2	Estimativa de Recursos e Custos	36
4.3	Governo das sociedades e Gestão da Mudança	37
4.4	Monitorização, Avaliação e Sustentabilidade a Longo Prazo	37
	Capítulo V – Conclusões e Recomendações	39
5	Conclusões e Recomendações	40
	Referências	43

Índice de Figuras

Figura 1 - Fluxograma com Fases Metodológicas.....	21
Figura 2 - Diagrama do Modelo Conceptual de Gestão Integrada (elaboração própria)	24
Figura 3- Esquema dasboard diagrama (elaboração própria).....	28

Índice de Tabelas

Tabela 1- Síntese dos Desafios dos Projetos Fotovoltaicos e Limitações das Abordagens Atuais (elaboração própria)	13
Tabela 2 - Atual vs Proposto (elaboração própria).....	25
Tabela 3 - Análise SWOT do Modelo Conceptual (elaboração Própria)	30
Tabela 4 - Síntese da Validação com Peritos	33
Tabela 5 - Fases do Plano de Implementação (elaboração própria)	36
Tabela 6 - Estimativa de Custo (elaboração própria)	36
Tabela 7 - Fluxo de responsabilidades e aprovações.....	37

Lista de abreviaturas

AC - Custo Real (*Actual Cost*)

BSC - *Balanced Scorecard* (Quadro de Avaliação Equilibrada)

CPI - Índice de Desempenho de Custos (*Cost Performance Index*)

EAC - Estimativa na Conclusão (*Estimate at Completion*)

EPC - Engenharia, Aquisição e Construção (*Engineering, Procurement, and Construction*)

ETC - Estimativa para Concluir (*Estimate to Complete*)

EVM - Gestão do Valor Agregado (*Earned Value Management*)

KPI - Indicador-Chave de Desempenho (*Key Performance Indicator*)

MWp - Megawatt-pico

PMBOK - *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*

PMI - *Project Management Institute*

PV - Valor Planeado (*Planned Value*)

SPI - Índice de Desempenho de Prazos (*Schedule Performance Index*)

SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* (Forças, Fraquezas, Oportunidades, Ameaças)

Nota: As abreviaturas relacionadas com o Earned Value Management (AC, CPI, EAC, ETC, EV, PV, SPI) são internacionalmente reconhecidas pelos seus acrónimos em inglês, mesmo em documentos em português. As suas definições são traduzidas para clarificação.

Contextualização

O setor da energia fotovoltaica tem experienciado um crescimento exponencial global, impulsionado pela transição energética, pela redução dos custos dos módulos e por políticas de incentivo (IEA, 2023). Em Portugal, o roteiro para a neutralidade carbónica 2050 e o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030) reforçam este momento, prevendo um aumento significativo da capacidade instalada. Contudo, esta expansão acelerada expõe fragilidades operacionais nas empresas desenvolvedoras e EPCistas (*Engineering, Procurement, and Construction*). Projetos fotovoltaicos distinguem-se pela sua complexidade multifacetada: dependência de condições climáticas, gestão de cadeias de abastecimento globais voláteis, prazos de licenciamento imprevisíveis e necessidade de integração técnica com redes elétricas, por vezes obsoletas (Spertino et al., 2015; Jäger-Waldau, 2020). Esta complexidade exige uma gestão de projetos robusta e adaptada, onde a articulação eficaz entre planeamento, execução e controlo financeiro é fundamental para o sucesso, sob pena de os projetos sofrerem desvios significativos de custo e prazo que comprometam a sua viabilidade económica.

Problema de Investigação

Na empresa-alvo deste estudo, e conforme observado no setor (Silva et al., 2022), verifica-se uma desconexão crítica entre as funções de planeamento (geridas em *software* dedicado como MS Project), execução (acompanhada através de relatórios de obra e listas de tarefas) e controlo financeiro (registado em sistemas ERP como SAP). Esta desintegração manifesta-se em:

- **Silos de Informação:** Dados sobre o progresso físico não estão articulados em tempo útil com a compromissos financeiros e previsões de custo, impedindo uma visão integrada do desempenho do projeto.
- **Sobrecarga Administrativa:** Os gestores de projeto despendem tempo significativo em tarefas manuais de consolidação de dados de fontes dispersas, desviando-o da sua função central de gestão e resolução de problemas, o que afeta diretamente a eficiência da execução.
- **Decisões Tardias:** A falta de uma visão holística, atualizada e única do desempenho do projeto impede a identificação precoce de desvios e a tomada de

ações corretivas atempadas, resultando em *trade-offs* subóptimos entre prazo, custo e âmbito. A ausência de um controlo financeiro em tempo real e de um planeamento adaptativo compromete a capacidade de resposta.

Este problema traduz-se em ineficiência operacional, redução da rentabilidade e aumento do risco dos projetos, evidenciando a urgência de uma solução que integre estes três pilares.

Objetivos

Objetivo Geral: Desenvolver um modelo conceptual de gestão integrada para projetos fotovoltaicos que articule de forma sistemática as dimensões de planeamento, execução e controlo financeiro, e operacionalizá-lo através de um protótipo de ferramenta prática.

Objetivos Específicos:

1. Identificar, através de uma revisão crítica da literatura, os desafios específicos, *frameworks* e lacunas existentes na gestão integrada de projetos fotovoltaicos, com foco na interligação entre planeamento, execução e controlo financeiro.
2. Diagnosticar os processos, ferramentas e pontos de rutura na gestão de projetos na empresa-alvo, utilizando uma metodologia de estudo de caso, para compreender a desarticulação entre os três pilares.
3. Propor um modelo conceptual que integre os princípios do PMBOK, a metodologia EVM e as perspetivas do BSC, adaptando-os ao contexto fotovoltaico, garantindo a coesão entre planeamento, execução e controlo financeiro.
4. Conceber e operacionalizar o modelo conceptual através de um protótipo funcional de uma ferramenta de suporte à decisão em Microsoft Excel que materialize o modelo conceptual, servindo como um instrumento prático para a integração dos três pilares, demonstrando a viabilidade técnica da integração de dados heterogéneos (financeiros e operacionais).
5. Elaborar um plano de implementação faseado para a adoção do modelo e da ferramenta, incluindo estratégias de governo e gestão da mudança, com o intuito

de promover a integração sustentável do planeamento, execução e controlo financeiro.

Definição de Termos-Chave

Gestão de Projetos Fotovoltaicos: Aplicação de conhecimentos, competências, ferramentas e técnicas às atividades de projetos específicos para o desenvolvimento de centrais de produção de energia solar, desde a conceção até ao comissionamento (PMI, 2021).

Earned Value Management (EVM): Metodologia de controlo de projetos que integra medidas de âmbito, prazo e custo para medir objetivamente o desempenho e progresso. Principais métricas: PV (Valor Planeado), EV (Valor Agregado), AC (Custo Real), CPI (Índice de Desempenho de Custos), SPI (Índice de Desempenho de Prazos) (Fleming & Koppelman, 2010).

Balanced Scorecard (BSC): Framework de gestão estratégica que traduz a missão e estratégia de uma organização num conjunto abrangente de medidas de desempenho, organizadas em quatro perspetivas: Financeira, Cliente, Processos Internos, e Aprendizagem e Crescimento (Kaplan & Norton, 1996).

Gestão Integrada de Projetos: Abordagem que visa a coordenação sistemática de todos os elementos do projeto (processos, informações, stakeholders) para garantir alinhamento e otimização dos objetivos globais, eliminando silos funcionais (Kerzner, 2017).

Relevância do Tema

Académica: Preenche uma lacuna na literatura ao propor um modelo aplicado que adapta e sintetiza frameworks consagrados (PMBOK, EVM, BSC) às especificidades de um setor em crescente importância – os projetos fotovoltaicos, reforçando a necessidade de uma abordagem integrada que contemple planeamento, execução e controlo financeiro.

Prática: Oferece às empresas do setor uma solução conceptual e uma ferramenta prática para melhorar a eficiência operacional, a previsibilidade de resultados e a rentabilidade dos seus projetos, através de uma visão integrada e em tempo real, articulando as fases de planeamento, execução e controlo financeiro.

Pessoal: Alinha-se com a experiência profissional do autor e o seu percurso formativo, contribuindo para o aprofundamento de competências em gestão de projetos e inovação no setor das energias renováveis.

Metodologia (Visão Geral)

Adotou-se uma abordagem metodológica qualitativa, centrada num estudo de caso único e intrínseco de uma empresa portuguesa de desenvolvimento e EPC de projetos fotovoltaicos. A recolha de dados baseou-se na triangulação de métodos (Denzin, 1978):

- **Análise Documental:** de 10 projetos concluídos para caracterizar desvios de custo e prazo, analisando a fragmentação entre o planeamento inicial, a execução registada e os resultados financeiros.
- **Observação Participante:** para análise *in situ* dos fluxos de trabalho atuais, identificando as interações (ou a falta delas) entre as equipas de planeamento, execução e finanças.

Os dados foram submetidos a análise de conteúdo temática (Braun & Clarke, 2006).

Síntese da Proposta

Em síntese, o contributo central deste trabalho reside na proposição de um Modelo de Gestão Integrada que supera a fragmentação atual, articulando de forma sistemática o planeamento, a execução e o controlo financeiro, especificamente no contexto do setor fotovoltaico. Este modelo é operacionalizado por um protótipo que transforma dados dispersos (MS Project, ERP, relatórios de obra) em informação de gestão em tempo real, permitindo a antecipação de desvios e a tomada de decisão ágil, e contribuindo decisivamente para a sustentabilidade económica dos projetos.

Estrutura da Tese

A tese estrutura-se em seis capítulos. Após esta introdução, o Capítulo 1 apresenta a revisão da literatura crítica, explorando a necessidade de integração entre planeamento, execução e controlo financeiro. O Capítulo 2 detalha a metodologia. O Capítulo 3 expõe o modelo conceptual e o protótipo da ferramenta, focando-se na forma como este modelo

articula os três pilares. O Capítulo 4 propõe um plano de implementação. O Capítulo 5 conclui, apresentando contribuições, limitações e recomendações para investigações futuras, reafirmando a importância da integração dos pilares.

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

1 Revisão de Literatura

Este capítulo apresenta uma revisão crítica e sistematizada da literatura relevante para a gestão de projetos fotovoltaicos, com foco nas especificidades do sector, nas limitações das abordagens tradicionais de gestão de projetos, e nas propostas de integração entre planeamento, execução e controlo financeiro. A revisão procura sintetizar evidência empírica e contributos teóricos, identificar lacunas de investigação e sustentar a necessidade do modelo conceptual proposto nesta dissertação.

1.1 Especificidades e Desafios da Gestão de Projetos Fotovoltaicos

A gestão de projetos fotovoltaicos (PV) distingue-se significativamente da gestão de projetos de construção tradicional devido a um conjunto único de características intrínsecas e desafios externos (Sørensen, 2021). Estes projetos envolvem a conversão de energia solar em eletricidade, um processo que, embora conceptualmente simples, implica uma complexa integração de componentes técnicos, condicionantes logísticas e ambientais, e um enquadramento regulatório em constante evolução (Jäger-Waldau, 2020).

A complexidade técnica é um fator preponderante, exigindo uma coordenação precisa entre múltiplas disciplinas de engenharia (Almeida & Ferreira, 2023). Um projeto PV não é meramente a instalação de painéis solares; é um sistema integrado que inclui componentes elétricos de alta precisão (inversores, transformadores, sistemas de monitorização), estruturas de suporte que devem resistir a condições climáticas adversas, e obras civis para fundações e vias de acesso (Spertino et al., 2015). A interoperabilidade e o desempenho otimizado de todos estes componentes são críticos para a viabilidade económica do projeto, uma vez que a receita está diretamente ligada à produção de energia (IRENA, 2021).

A gestão da cadeia de abastecimento representa outro desafio colossal, sendo frequentemente citada como uma das principais fontes de risco (García-López, 2022). A dependência de equipamentos importados, principalmente módulos e inversores de mercados asiáticos e europeus, expõe os projetos a riscos de volatilidade cambial, atrasos nos transportes marítimos e terrestres, e escassez de materiais, como se verificou durante a crise dos chips (IEA, 2022). A gestão de inventário e a logística *just-in-time* são, por isso, áreas de competência críticas para o gestor de projeto (Müller, 2019).

Em Portugal, o licenciamento e a conformidade regulatória constituem um processo frequentemente moroso e imprevisível, um "gargalo" que impacta diretamente o planeamento (Costa, 2023). A implementação de uma central fotovoltaica envolve a obtenção de uma panóplia de licenças e pareceres de diversas entidades (ambiental, concessionária de rede, direção-geral de energia e geologia, e autarquias locais), um processo, que pode atrasar significativamente o arranque do projeto e comprimir o cronograma de execução (Silva et al., 2022).

A gestão de *stakeholders* é particularmente complexa, exigindo mais do que as abordagens padrão (Eskerod & Jepsen, 2013). Para além do cliente e da equipa interna, o gestor de projeto deve coordenar e comunicar eficazmente com uma multitude de entidades externas: fornecedores internacionais, subcontratados especializados (estruturas, civis, elétricos), concessionárias de rede, entidades reguladoras, investidores e, não raras vezes, com comunidades locais, cujas preocupações ambientais e paisagísticas devem ser consideradas (Freeman et al., 2010). A falha na gestão destas expectativas pode resultar em conflitos, atrasos e até no cancelamento do projeto (Aarseth et al., 2017).

Finalmente, a elevada exposição a riscos externos, como as condições meteorológicas adversas durante a fase de construção ou a variabilidade do recurso solar que afeta a fase de testes, introduz um grau de incerteza que deve ser meticulosamente gerido através de um planeamento robusto e de contingências adequadas (de Wilde & van der Weijde, 2017). Estes fatores combinados tornam a gestão de projetos fotovoltaicos um exercício particularmente desafiante, que exige abordagens específicas e adaptadas (Schindler & Hilletoft, 2021).

1.2 Abordagens Tradicionais de Gestão de Projetos e suas Limitações no Contexto Fotovoltaico

Os frameworks tradicionais de gestão de projetos, como o guia PMBOK do Project Management Institute (PMI, 2021) ou a metodologia PRINCE2, fornecem um conjunto abrangente de boas práticas e processos. Contudo, a sua aplicação *ipsis verbis* ao contexto fotovoltaico revela várias limitações, um ponto consistentemente sublinhado na literatura setorial (Santos et al., 2020).

A principal crítica reside na sua natureza genérica, que não aborda em profundidade as especificidades técnicas, logísticas e regulatórias dos projetos PV (O'Brien, 2021). Esta lacuna entre a teoria e a prática obriga as empresas a um esforço de adaptação significativo, nem sempre bem-sucedido (Rodrigues, 2022).

A gestão do custo e do prazo é tradicionalmente feita de forma desintegrada, um problema crónico em muitas organizações (Kerzner, 2017). O cronograma é gerido no MS Project, os custos no ERP, e o progresso físico em folhas Excel. Esta fragmentação impede uma visão holística e em tempo real, levando a que os desvios só sejam identificados tardiamente (Ahlemann et al., 2013). Esta falta de integração é uma das principais causas de insucesso em projetos complexos (Zwikael, 2009).

O Earned Value Management (EVM), embora seja uma metodologia poderosa para integrar âmbito, prazo e custo, é muitas vezes subutilizado ou mal implementado devido à sua complexidade percecionada e à dificuldade de alinhamento com a contabilidade de custos (Fleming & Koppelman, 2010). Em projetos PV, a alocação de custos a pacotes de trabalho genéricos pode fazer com que a análise EVM perca granularidade, tornando-se um mero instrumento de reporte *post-mortem* em vez de uma ferramenta de gestão proativa (Vanhoucke, 2011).

1.3 O Modelo de Gestão Atual na Empresa-Alvo e a Necessidade de Integração Digital

A situação observada na empresa-alvo do presente estudo de caso é emblemática dos desafios descritos. O modelo de gestão atual, embora funcional, assenta numa arquitetura de informação fragmentada que reflete as limitações das abordagens tradicionais. O planeamento é realizado em MS Project, o controlo financeiro num sistema ERP (SAP), e o acompanhamento da execução é feito através de relatórios de obra e folhas de cálculo (Excel). Esta separação cria silos de informação que impedem uma visão consolidada e em tempo real do desempenho do projeto (Petrovic, 2020).

A literatura sobre transformação digital na gestão de projetos sublinha que esta fragmentação é uma barreira crítica à eficiência e à tomada de decisão ágil (Biesenthal & Wilden, 2014). A ausência de uma "fonte única da verdade" (single source of truth) obriga os gestores de projeto a um esforço manual e moroso de consolidação de dados, uma

tarefa de baixo valor acrescentado que consome tempo que deveria ser dedicado à gestão proativa de riscos e à otimização da execução (Gajera, 2023).

É neste ponto que a integração de sistemas, facilitada por ferramentas de Business Intelligence (BI), se torna uma necessidade estratégica (Yeoh & Koronios, 2010). A relação entre os sistemas ERP e as plataformas de BI é sinérgica: o ERP atua como o repositório central dos dados operacionais e financeiros, enquanto o BI fornece a camada de análise e visualização que transforma esses dados brutos em *insights* acionáveis (Nofal & Yusof, 2013). A integração de um ERP com uma ferramenta como o Power BI permite automatizar a recolha de dados, criar *dashboards* interativos e monitorizar KPIs em tempo real, superando a fragmentação e a latência da informação (Ciure, 2024).

1.4 A Necessidade de Modelos Integrados: Articulando Planeamento, Execução e Controlo com Ferramentas BI

Face às limitações das abordagens tradicionais, a literatura recente tem vindo a enfatizar a necessidade de modelos de gestão integrados que quebrem os silos funcionais e proporcionem uma visão unificada do projeto (Badewi, 2016). A integração deve operar em três níveis: processos, informação e decisão, criando um ciclo de feedback contínuo (PMI, 2021).

A integração de informação é a pedra angular do modelo, onde dados de cronogramas, progresso físico e custos reais são consolidados (Chen et al., 2018). A tecnologia é o facilitador crítico desta integração. Ferramentas de Business Intelligence (BI) e *dashboards* personalizados, que se conectam diretamente a fontes de dados como ERPs e ficheiros de planeamento, permitem materializar o modelo conceptual, transformando dados dispersos em informação acionável e disponibilizando-a em tempo real (Too & Weaver, 2014).

Neste contexto, metodologias como o EVM ganham nova relevância quando integradas com outros *frameworks*. A combinação do controlo operacional do EVM com o alinhamento estratégico do *Balanced Scorecard* (BSC) (Kaplan & Norton, 1996) é apontada como uma via promissora para uma gestão mais holística (Qureshi et al., 2019). Enquanto o EVM responde a "Estamos dentro do orçamento e do prazo?", o BSC alarga a perspetiva para "Estamos a criar valor para o cliente?" e "Estamos a melhorar os nossos

processos internos?". Esta combinação permite uma integração de decisão mais informada e estratégica (Williams, 2017).

1.5 Síntese Crítica e Identificação da Lacuna de Investigação

A revisão de literatura realizada permite concluir que:

1. Os projetos fotovoltaicos possuem características únicas que os tornam particularmente complexos de gerir, destacando-se a gestão da cadeia de abastecimento, o licenciamento e a coordenação de múltiplos *stakeholders*. Estes fatores amplificam a necessidade de uma gestão integrada dos pilares de planeamento, execução e controlo financeiro.
2. Os *frameworks* tradicionais de gestão de projetos, embora úteis como base, são demasiado genéricos e mostram limitações na sua aplicação prática a este contexto específico, principalmente devido à falta de integração efetiva entre planeamento, execução e controlo financeiro.
3. Existe um consenso emergente na literatura sobre a necessidade de modelos integrados que quebrem silos e forneçam uma visão holística do desempenho do projeto, combinando o controlo operacional (ex: EVM) com o alinhamento estratégico (ex: BSC), reforçando a interdependência dos três pilares.

Contudo, identifica-se uma lacuna de investigação clara: a maioria da literatura discute estes conceitos de forma teórica ou isolada. São escassos os estudos que:

- Operacionalizam estes modelos através de ferramentas ou protótipos que demonstrem como a integração do planeamento, execução e controlo financeiro pode ser realizada na prática, mesmo em empresas de média dimensão.
- Fornecem evidências empíricas, através de estudos de caso, dos desafios concretos de implementação e dos benefícios potenciais de tal abordagem integrada, especialmente no que concerne à articulação dos três pilares.

É precisamente nesta lacuna que a presente investigação se posiciona. Este estudo visa contribuir para o corpo de conhecimento ao desenvolver e propor um modelo conceptual integrado, especificamente desenhado para projetos fotovoltaicos, e ao demonstrar a sua viabilidade através de um protótipo de ferramenta e de um estudo de caso que ilustra a

sua aplicação prática e os seus benefícios potenciais, com um foco central na integração do planeamento, execução e controlo financeiro.

Tabela 1- Síntese dos Desafios dos Projetos Fotovoltaicos e Limitações das Abordagens Atuais (elaboração própria)

Desafios dos Projetos Fotovoltaicos	Limitações das Abordagens de Gestão Tradicionais
Complexidade Técnica e Integração de Sistemas	Frameworks genéricos não abordam especificidades técnicas.
Gestão Volátil da Cadeia de Abastecimento	Dificuldade em integrar dados de fornecedores externos em tempo real nos sistemas internos.
Processo de Licenciamento Imprevisível	Dificuldade em incorporar atrasos regulatórios de forma ágil nos cronogramas e orçamentos
Multiplicidade de Stakeholders	Comunicação ineficiente por silos funcionais.
Exposição a Riscos Externos (ex: clima)	Abordagens reactivas, não proativas. Falta de simulação de cenários.

2 Metodologia

2.1 Abordagem Metodológica: Estudo de Caso Qualitativo

A natureza exploratória e contextual do problema de investigação, focado em compreender profundamente os processos e desafios de integração numa organização específica, ditou a adoção de uma abordagem qualitativa. Esta investigação configura-se como um estudo de caso único e intrínseco, uma vez que o objetivo primordial é compreender a particularidade e complexidade do caso em si e não generalizar para uma população mais vasta. O desenho da investigação é aplicado e desenvolvido, visando não apenas compreender a realidade existente, mas também desenvolver uma solução para um problema prático identificado, nomeadamente a fragmentação entre planeamento, execução e controlo financeiro.

Complementarmente ao Estudo de Caso, esta investigação adota elementos da metodologia *Design Science Research* (DSR). Enquanto o estudo de caso permitiu diagnosticar o problema e as necessidades da empresa, a abordagem DSR orientou a conceção, desenvolvimento e validação do artefato (o protótipo da ferramenta de gestão), garantindo que este resolve um problema prático relevante através de uma contribuição teórica fundamentada.

2.2 Contexto da Investigação e Seleção do Caso

O estudo foi conduzido numa empresa portuguesa de média dimensão, dedicada ao desenvolvimento, engenharia e construção (EPC) de projetos fotovoltaicos de média e grande escala (1 MWp a 150 MWp). A empresa foi selecionada intencionalmente com base nos seguintes critérios:

1. **Acessibilidade:** Possibilidade de acesso a dados, documentos e colaboradores, permitindo a análise das interações entre as áreas de planeamento, execução e finanças.
2. **Experiência:** Empresa com um portfólio consolidado de mais de 20 projetos concluídos, permitindo uma análise histórica robusta dos desvios e da eficácia da gestão dos três pilares.

3. **Representatividade:** Apresenta desafios operacionais típicos do setor, nomeadamente na desintegração de processos de planeamento, execução e controlo financeiro, tornando-a um caso rico em informação e emblemático do problema em estudo.

2.3 Métodos de Recolha de Dados

A recolha de dados baseou-se na triangulação de métodos, conforme preconizado por Denzin (1978), para aumentar a validade e a fiabilidade dos resultados. Os métodos utilizados incluíram:

2.3.1 Análise Documental

Foram analisados documentos referentes a 10 projetos fotovoltaicos concluídos pela empresa nos últimos três anos. Esta análise focou-se em:

- Cronogramas de projeto (MS Project), representando o planeamento.
- Relatórios de progresso e de obra, documentando a execução.
- Registos financeiros e de custos (extraídos do sistema ERP).
- Relatórios de desvios e lições aprendidas, que ajudaram a identificar a desconexão entre os três pilares.

O objetivo foi caracterizar os desvios de custo e prazo, identificar padrões de ineficiência e compreender a natureza da fragmentação da informação entre planeamento, execução e controlo financeiro.

2.3.2 Observação Participante

Foi realizada observação in situ dos fluxos de trabalho atuais de gestão de projetos na empresa. Esta observação focou-se em:

- Interações entre as equipas de planeamento, execução e finanças, para perceber a comunicação e coordenação.
- Uso de ferramentas e sistemas de informação, avaliando a sua capacidade de integrar os três pilares.

- Processos de comunicação e tomada de decisão, verificando como a informação dos três pilares é utilizada.

A observação permitiu uma compreensão direta e contextualizada das práticas diárias e dos pontos de rutura na gestão de projetos, especialmente no que concerne à articulação entre planeamento, execução e controlo financeiro.

2.4 Métodos de Análise de Dados

A análise de dados neste estudo assumiu um carácter essencialmente qualitativo e interpretativo, em consonância com a natureza exploratória e aplicada da investigação. Mais do que quantificar fenómenos, procurou-se compreender as dinâmicas e significados subjacentes às práticas de gestão de projetos fotovoltaicos observadas, revelando padrões de interação, perceções e constrangimentos que não seriam apreendidos por métodos quantitativos. Esta análise foi crucial para entender a interação entre planeamento, execução e controlo financeiro.

A análise foi conduzida de forma iterativa, acompanhando o próprio processo de recolha, numa lógica de reflexividade contínua (Braun & Clarke, 2006). Isto significa que a interpretação dos dados foi evoluindo à medida que o investigador aprofundava o contacto com o contexto organizacional, permitindo uma compreensão mais rica e situada da realidade em estudo.

2.4.1 Processo Analítico

O processo de análise desenvolveu-se em três fases interdependentes:

Fase 1 – Imersão e Familiarização

Durante e após a recolha de dados, o investigador procedeu a leituras sucessivas dos documentos e notas de observação, registando impressões iniciais, regularidades, contradições e expressões representativas do modo como as equipas concebiam e executavam os projetos, sempre com a lente da interconexão entre planeamento, execução e controlo financeiro.

Esta fase foi fundamental para internalizar o contexto organizacional e permitir uma interpretação situada das práticas.

Fase 2 – Identificação de Temas e Padrões

Numa segunda etapa, as observações e documentos foram interpretados à luz dos objetivos do estudo, permitindo emergir temas centrais como:

- Fragmentação dos fluxos de informação entre departamentos, afetando a visão integrada do planeamento, execução e controlo financeiro;
- Predominância de práticas informais de comunicação, que dificultam a coordenação entre os pilares;
- Desalinhamento entre planeamento técnico e financeiro, evidenciando a falta de integração entre planeamento e controlo financeiro;
- Falta de mecanismos integrados de monitorização do desempenho, comprometendo o controlo da execução e o alinhamento com o planeamento e finanças.

Estes temas não foram definidos *a priori*, mas emergiram da leitura reflexiva e comparativa das diferentes fontes de evidência, num movimento circular entre os dados e a teoria.

Fase 3 – Interpretação e Construção de Significado

Na última fase, os temas identificados foram relacionados com os conceitos teóricos de gestão integrada, controlo de valor agregado (EVM) e *Balanced Scorecard* (BSC).

Este cruzamento permitiu reconstruir o problema de forma interpretativa, mostrando como as práticas observadas se distanciam dos princípios de integração preconizados nas boas práticas internacionais, e como essas lacunas justificam a necessidade do modelo conceptual proposto, que visa integrar de forma eficaz o planeamento, a execução e o controlo financeiro.

2.4.2 Papel do Investigador e Reflexividade

Reconhecendo a natureza interpretativa da investigação, o papel do investigador foi central no processo de análise. A proximidade com o contexto estudado, resultante da

observação participante, proporcionou um entendimento aprofundado, mas também exigiu autoconsciência crítica para mitigar potenciais enviesamentos.

Foram mantidos registos reflexivos ao longo do trabalho, nos quais o investigador observou percepções pessoais, dilemas interpretativos e justificações para as decisões analíticas tomadas, sempre com a preocupação de como estas se relacionavam com a integração dos três pilares.

Esta prática contribuiu para a transparência e rastreabilidade do raciocínio analítico, elementos essenciais à credibilidade da investigação qualitativa (Lincoln & Guba, 1985).

2.4.3 Triangulação Interpretativa

A validade dos resultados não decorre aqui de quantificações, mas da convergência de significados observados por diferentes vias. Assim, foi aplicada uma triangulação interpretativa (Denzin, 1978), combinando:

- Análise documental, que forneceu uma perspetiva formal dos processos de planeamento, execução e controlo financeiro;
- Observação participante, que revelou as dinâmicas reais e informais da interação entre os pilares;
- Reflexão teórica, que permitiu enquadrar empiricamente os resultados no corpo conceptual da gestão de projetos, validando a necessidade de integração dos três pilares.

A coerência entre estas três fontes de interpretação reforçou a credibilidade interna da análise e sustentou as conclusões sobre as fragilidades e oportunidades de integração.

2.4.4 Síntese

A análise qualitativa desenvolvida neste estudo não visou estabelecer generalizações estatísticas, mas sim compreensões profundas e contextualizadas sobre o funcionamento da gestão de projetos fotovoltaicos na empresa-alvo, com um foco particular na interação e integração entre planeamento, execução e controlo financeiro.

A abordagem interpretativa e reflexiva adotada permitiu traduzir as observações empíricas em conhecimento aplicável, servindo de base à formulação do modelo de gestão integrada apresentado no capítulo seguinte, que tem como cerne a articulação dos três pilares.

2.5 Mapa Resumo das Fase Metodológicas (Fluxograma)

Para aumentar a clareza e a fluidez, é apresentado um mapa resumo das fases metodológicas, que ilustra o processo desde a identificação do problema até à formulação do modelo.

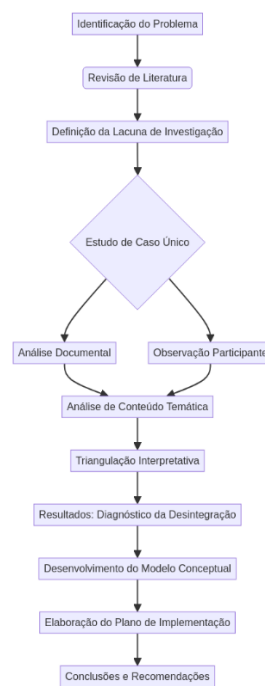


Figura 1 - Fluxograma com Fases Metodológicas

2.6 Questões Éticas e Limitações do Estudo

Foram respeitados todos os princípios éticos: consentimento informado dos participantes, anonimato da empresa e confidencialidade dos dados sensíveis. As principais limitações reconhecidas são inerentes ao estudo de caso único: a impossibilidade de generalização estatística. Contudo, o rigor metodológico (triangulação, análise temática sistemática) garante a validade interna e a credibilidade dos resultados para o contexto em estudo (Yin,

2018). A transferibilidade para outros contextos ficará a cargo do julgamento do leitor. É importante notar que as limitações na integração dos dados de planeamento, execução e controlo financeiro na empresa-alvo foram um fator determinante para a relevância deste estudo.

CAPÍTULO III – MODELO CONCEPTUAL E PROTÓTIPO DA FERRAMENTA DE GESTÃO INTEGRADA

3 Modelo Conceptual e Protótipo da Ferramenta de Gestão Integrada

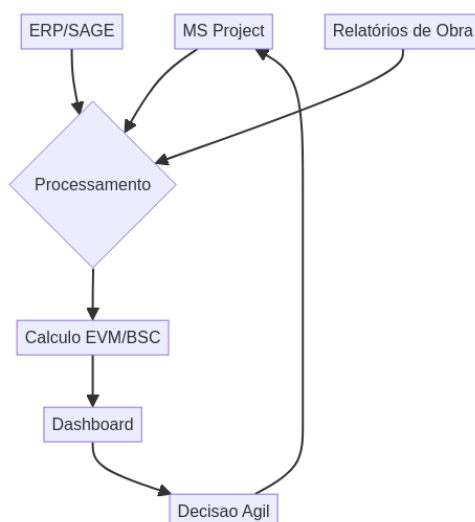
3.1 Fundamentos do Modelo Proposto

O modelo conceptual de gestão integrada para projetos fotovoltaicos (Figura 2) foi pensado para responder diretamente às lacunas identificadas na literatura e diagnosticadas no estudo de caso. A sua arquitetura assenta em três pilares fundamentais:

1. **Integração de Dados:** Centralização das informações de planeamento (ex., cronogramas detalhados do MS Project), execução (ex., relatórios de progresso de obra, registos de atividades) e custos (ex., custos reais do sistema ERP) numa plataforma única, eliminando silos. Este processo estabelece uma fonte única de verdade (*single source of truth*) (Chen et al., 2018).
2. **Controlo Proativo:** Aplicação dos princípios do *Earned Value Management* (EVM) para fornecer medidas objetivas de desempenho e permitir a previsão de tendências (Fleming & Koppelman, 2010).
3. **Alinhamento Estratégico:** Incorporação de uma perspetiva do *Balanced Scorecard* (BSC) para garantir que a execução do projeto está alinhada com os objetivos estratégicos da organização (ex: rentabilidade, satisfação do cliente, inovação) (Kaplan & Norton, 1996). A combinação do EVM com o BSC permite avaliar o desempenho do projeto sob múltiplas perspetivas, garantindo que a execução está alinhada com a visão e missão da empresa.

4.

Figura 2 - Diagrama do Modelo Conceptual de Gestão Integrada (elaboração própria)



3.2 O Modelo Proposto vs. o Processo Atual: A Superação da Fragmentação

O principal contributo do modelo reside na sua capacidade de transformar o processo de gestão atual, caracterizado pela fragmentação da informação, num fluxo de trabalho integrado e proativo.

Tabela 2 - Atual vs Proposto (elaboração própria)

Característica	Processo Atual (Fragmentado)	Processo Proposto (Integrado)
Fontes de Dados	Múltiplas e dispersas (MS Project, ERP, Excel, Word).	Centralizadas numa única plataforma de BI.
Visão do Desempenho	Reativa e com latência de semanas (relatórios financeiros mensais).	Proativa e em tempo real (atualização dinâmica).
Gestor de Projeto	Depende 30% do tempo em consolidação manual de dados.	Foca-se na análise e tomada de decisão (gestão por exceção).
Controlo	Focado em post-mortem (o que correu mal).	Focado em forecasting (o que irá correr mal - EAC/ETC).
Exemplo Prático	O gestor usa três fontes dispersas para calcular o status do projeto.	Os dados são consolidados automaticamente, e o gestor recebe um alerta (semáforo vermelho) se o CPI cair abaixo de um limiar.

3.3 Componentes e Mecanismos de Integração

O modelo é operacionalizado através de um conjunto de componentes interligados, desenhados para facilitar a integração e a visualização da informação:

- **Módulo de Input de Dados:** Interface para registo manual ou importação automatizada de dados do cronograma, progresso físico e custos. Inclui funcionalidades para carregar cronogramas de projetos (ex., ficheiros XML do MS Project) e dados de custos do sistema ERP da empresa, garantindo a atualização contínua da base de dados do modelo.
- **Módulo de Cálculo e Análise (EVM):** O coração analítico do modelo, responsável por processar os dados de input e calcular automaticamente todas as métricas EVM (PV, EV, AC, CPI, SPI, EAC, ETC). Este módulo é configurado para realizar os cálculos de forma dinâmica, atualizando os indicadores em tempo real sempre que novos dados são introduzidos, permitindo uma avaliação contínua do desempenho.

- **Dashboard de Visualização:** A principal interface de utilizador, concebida para apresentar os Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) de forma clara, gráfica e interativa. Inclui:
 - **Gráficos S-Curve:** Representam o progresso acumulado do projeto em termos de custo e prazo, permitindo comparar o valor planeado (PV), o valor agregado (EV) e o custo real (AC).
 - **Indicadores de Semáforo:** Sinalização visual (verde/amarelo/vermelho) para o CPI e SPI, alertando os gestores para potenciais desvios em relação aos limiares predefinidos.
 - **Previsões de Fim de Projeto:** Estimativas atualizadas do custo total à conclusão (EAC) e da data de conclusão, baseadas no desempenho atual do projeto.
- **Módulo de Alertas e Reporting:** Sistema automatizado que gera alertas quando os indicadores de desempenho se desviam dos limites aceitáveis, permitindo uma intervenção rápida. Adicionalmente, permite a criação de relatórios periódicos personalizáveis, essenciais para a comunicação com *stakeholders* internos e externos.
- **Repositório de Documentos:** Ligações para documentos-chave do projeto (contratos, desenhos, planos) para acesso rápido a partir do *dashboard*, garantindo que os gestores têm toda a informação relevante ao seu dispor.

O mecanismo de integração central é a atualização em tempo real. Qualquer atualização no cronograma ou registo de um custo é refletida instantaneamente no *dashboard*, proporcionando uma visão sempre atualizada da saúde do projeto. Esta agilidade na informação é vital para a gestão proativa e para a capacidade de resposta a imprevistos.

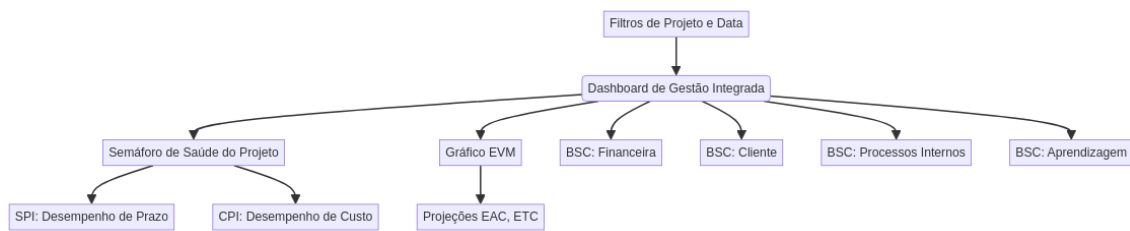
3.4 Sistemas de Medição de Desempenho: EVM e BSC Aplicados

O modelo propõe um conjunto híbrido de indicadores, combinando a precisão operacional do EVM com a abrangência estratégica do BSC:

- **Indicadores de Desempenho de Valor (EVM):**
 - **Índice de Desempenho de Custos (CPI):** Mede a eficiência dos custos (EV/AC). Um $CPI < 1$ indica que o projeto está a gastar mais do que o valor agregado.
 - **Índice de Desempenho de Prazos (SPI):** Mede a eficiência do prazo (EV/PV). Um $SPI < 1$ indica que o projeto está atrasado.
 - **Variação de Custo (CV):** Diferença entre o valor agregado e o custo real (EV - AC).
 - **Variação de Prazo (SV):** Diferença entre o valor agregado e o valor planeado (EV - PV).
 - **Estimativa na Conclusão (EAC):** Previsão do custo total do projeto com base no desempenho atual.
 - **Estimativa para Concluir (ETC):** Custo estimado para completar o trabalho restante.
- **Indicadores de Resultado Estratégico (BSC):**
 - **Perspetiva Financeira:**
 - **Margem Líquida do Projeto:** Rentabilidade direta do projeto.
 - **Retorno sobre o Investimento (ROI):** Eficiência do capital investido.
 - **Perspetiva do Cliente:**
 - **Satisfação do Cliente:** Avaliada através de inquéritos pós-entrega ou marcos importantes.
 - **Número de Não-Conformidades Reportadas:** Medida da qualidade da entrega e da satisfação do cliente.
 - **Perspetiva dos Processos Internos:**
 - **Tempo Médio de Resolução de Problemas:** Eficiência na resposta a desafios operacionais.
 - **Taxa de Rework:** Percentagem de trabalho que necessita de ser refeito, indicando ineficiências.

- **Perspetiva de Aprendizagem e Crescimento:**
 - **Número de Lições Aprendidas Registadas e Implementadas:** Reflete a capacidade da organização de aprender e melhorar continuamente.
 - **Taxa de Formação da Equipa:** Investimento no desenvolvimento de competências dos colaboradores.

Figura 3- Esquema dashboard diagrama (elaboração própria)



3.5 Protótipo da Ferramenta: Funcionalidades e Especificações

O protótipo da ferramenta, concebido para materializar o modelo conceptual, foi projetado em Microsoft Excel. Esta escolha foi estratégica, justificada pela sua ampla acessibilidade, baixo custo de licenciamento e elevada flexibilidade, tornando-o uma plataforma ideal para a prototipagem rápida e validação de conceitos em ambientes empresariais de pequena e média dimensão (Kerzner, 2017). As funcionalidades-chave do modelo incluem:

- **Importação de Dados de Cronograma:** Capacidade de importar dados de planeamento diretamente de ficheiros XML gerados pelo MS Project, permitindo a integração automática de tarefas, durações e dependências.
- **Folhas de Registo de Custos por Fases da EAP:** Estrutura organizada para o registo detalhado de custos reais associados a cada elemento da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), facilitando a alocação e o controlo financeiro.
- **Cálculos Automáticos de Métricas EVM:** Implementação de fórmulas e macros (VBA) para calcular dinamicamente o PV, EV, AC, CPI, SPI, EAC e ETC, garantindo que os gestores têm acesso a indicadores de desempenho atualizados sem necessidade de cálculos manuais.

- **Dashboard Interativo com Gráficos Dinâmicos:** Um painel de controlo visualmente apelativo, que apresenta os KPIs através de gráficos *S-Curve*, barras de progresso e indicadores de semáforo. Este *dashboard* é dinâmico, atualizando-se automaticamente com a introdução de novos dados, e permite aos utilizadores explorar diferentes perspetivas do desempenho do projeto.
- **Geração de Relatórios em PDF:** Funcionalidade para exportar sumários executivos e relatórios detalhados em formato PDF, facilitando a partilha de informação com *stakeholders* e a documentação do progresso do projeto.

É fundamental sublinhar que, enquanto protótipo, a ferramenta em Excel demonstra a viabilidade e os benefícios do modelo conceptual. Contudo, para uma implementação em larga escala e para garantir a robustez e a segurança dos dados num ambiente empresarial complexo, seria necessário o desenvolvimento de uma solução de software dedicada, potencialmente uma aplicação *web-based* com integração via API com sistemas de gestão de projetos e ERP existentes (Qureshi et al., 2019). A presente versão serve como prova de conceito, validando a arquitetura e as funcionalidades essenciais antes de um investimento mais substancial em desenvolvimento de software.

3.6 Análise *SWOT* e Interpretação Estratégica

A análise *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) é uma das ferramentas mais reconhecidas no campo da gestão estratégica, permitindo uma compreensão integrada dos fatores internos e externos que influenciam o desempenho de uma organização, projeto ou modelo de negócio (Gürel & Tat, 2017). Esta metodologia, amplamente utilizada em contextos empresariais e académicos, visa identificar as forças e fraquezas internas, bem como as oportunidades e ameaças externas que afetam a formulação e execução de estratégias (Panagiotou, 2003).

Segundo Pickton e Wright (1998), a análise *SWOT* fornece um enquadramento simples, mas eficaz para relacionar os recursos e capacidades internas de uma organização com as condições e tendências do ambiente externo. A sua relevância reside na capacidade de sintetizar grandes volumes de informação num formato que apoia a tomada de decisão estratégica (Phadermrod, Crowder, & Wills, 2019).

No contexto desta investigação, a análise SWOT é utilizada como instrumento de apoio à avaliação do modelo de gestão integrada proposto, procurando identificar os principais fatores críticos que condicionam a sua implementação e eficácia. Pretende-se, assim, obter uma visão holística sobre os potenciais benefícios e desafios associados ao modelo, tendo em consideração tanto os elementos internos da organização como as dinâmicas externas do setor fotovoltaico em Portugal.

Deste modo, esta análise permite sustentar uma reflexão estratégica mais informada, orientando a definição de medidas que potenciem as forças e oportunidades identificadas, enquanto se mitigam as fraquezas e ameaças que possam comprometer o sucesso do modelo (Gürel & Tat, 2017; Phadermrod et al., 2019).

Tabela 3 - Análise SWOT do Modelo Conceptual (elaboração Própria)

Forças	Fraquezas
Visão integrada em tempo real (S1)	Dependência de input manual de dados (W1)
Alertas proativos de desvios (S2)	Protótipo em Excel tem limitações de escalabilidade (W2)
Adaptado às especificidades do setor (S3)	Requer mudança cultural significativa (W3)
Oportunidades	Ameaças
Melhoria significativa da eficiência (O1)	Resistência à adoção de novas ferramentas (T1)
Redução de desvios de custo e prazo (O2)	Possível inconsistência na qualidade dos dados de input (T2)
Base para desenvolvimento de um software dedicado (O3)	Custo de formação e implementação (T3)

Forças (Strengths):

- **Visão Integrada em Tempo Real:** O modelo centraliza dados de planeamento, execução e controlo financeiro, oferecendo uma perspetiva unificada e atualizada do projeto, o que é crucial para a tomada de decisão ágil.
- **Alertas Proativos de Desvios:** A incorporação de métricas EVM e indicadores de semáforo permite a identificação precoce de desvios de custo e prazo, possibilitando intervenções atempadas.
- **Adaptado às Especificidades do Setor:** O modelo foi concebido tendo em conta os desafios únicos dos projetos fotovoltaicos, como a gestão da cadeia de

abastecimento e os processos de licenciamento, tornando-o mais relevante e aplicável.

Fraquezas (Weaknesses):

- **Dependência de Input Manual de Dados:** Apesar de algumas importações automatizadas, certas informações de execução podem ainda requerer input manual, o que pode introduzir erros e atrasos.
- **Limitações de Escalabilidade do Protótipo em Excel:** A versão em Excel, embora funcional para prototipagem, possui limitações inerentes em termos de volume de dados, segurança e capacidade de múltiplos utilizadores, o que restringe a sua aplicação em projetos de grande escala ou em empresas com múltiplos projetos simultâneos.
- **Requer Mudança Cultural Significativa:** A adoção de um modelo integrado exige uma alteração nas práticas de trabalho e na mentalidade dos colaboradores, o que pode gerar resistência e dificultar a implementação.

Oportunidades (Opportunities):

- **Melhoria Significativa da Eficiência Operacional:** A integração e a visão proativa podem levar a uma otimização dos recursos, redução de desperdícios e melhoria dos tempos de ciclo dos projetos.
- **Redução de Desvios de Custo e Prazo:** A capacidade de antecipar e corrigir problemas pode resultar numa maior aderência aos orçamentos e cronogramas, aumentando a rentabilidade dos projetos.
- **Base para Desenvolvimento de um Software Dedicado:** O protótipo em Excel serve como um valioso ponto de partida para o desenvolvimento de uma solução de software personalizada e mais robusta, que possa ser totalmente integrada com os sistemas existentes da empresa.

Ameaças (Threats):

- **Resistência à Adoção de Novas Ferramentas:** A inércia organizacional e a preferência por métodos de trabalho estabelecidos podem dificultar a aceitação e o uso da nova ferramenta.

- **Possível Inconsistência na Qualidade dos Dados de Input:** A eficácia do modelo depende diretamente da precisão e integridade dos dados introduzidos. Dados inconsistentes ou incompletos podem comprometer a fiabilidade dos indicadores.
- **Custo de Formação e Implementação:** O investimento inicial em formação de equipas e na adaptação dos processos pode ser um obstáculo, especialmente para empresas com orçamentos limitados.

Esta análise SWOT reforça a pertinência do modelo proposto, enquanto destaca os desafios que devem ser geridos proactivamente durante a sua implementação. A compreensão destes fatores é vital para maximizar os benefícios do modelo e assegurar o seu sucesso a longo prazo

3.6.1 Interpretação Estratégica

A interpretação da matriz SWOT não se limita à identificação dos fatores, mas foca-se na forma como as Forças podem mitigar as Ameaças e como as Oportunidades podem ser alavancadas.

Estratégia Forças-Oportunidades (S-O)

A Força da Visão integrada em tempo real (S1) e dos Alertas proativos (S2) permite alavancar a Oportunidade de Redução de desvios de custo e prazo (O2). Ao centralizar a informação, a empresa ganha a capacidade de intervir antes que os desvios se tornem críticos, maximizando a Melhoria da eficiência operacional (O1).

Estratégia Forças-Ameaças (S-T)

A Força de o modelo ser Adaptado às especificidades do setor (S3) é crucial para mitigar a Ameaça da Resistência à adoção de novas ferramentas (T1). Um modelo que resolve problemas reais e específicos do setor fotovoltaico tem maior probabilidade de ser aceite. A clareza dos Alertas proativos (S2) mitiga a Ameaça da Inconsistência na qualidade dos dados (T2) ao tornar os erros de input imediatamente visíveis.

Estratégia Fraquezas-Oportunidades (W-O)

A Fraqueza da Dependência de input manual (W1) e das Limitações de escalabilidade do Excel (W2) deve ser vista como uma Oportunidade para o Desenvolvimento de um software dedicado (O3), validando o conceito antes de um investimento maior.

Estratégia Fraquezas-Ameaças (W-T)

O maior desafio reside em gerir a Fraqueza da Mudança cultural significativa (W3) face à Ameaça do Custo de formação e implementação (T3). Isto exige um Plano de Implementação (Capítulo 4) focado na Gestão da Mudança e na formação intensiva, demonstrando o Retorno sobre o Investimento (ROI) a curto prazo.

3.7 Validação Preliminar do Protótipo

Embora a validação empírica completa do modelo exija um estudo de longo prazo, foi realizada uma validação preliminar do protótipo em Excel, essencial para a sua credibilidade e ajustamento.

3.7.1 Método de Validação

A validação foi realizada através de sessões de feedback estruturado com dois gestores de projeto e o Head of Finance da empresa-alvo.

3.7.2 Resultados

Os resultados da validação foram sistematizados com base nas dimensões de utilidade, facilidade de uso e pertinência da informação. A Tabela 4 resume o feedback obtido:

Tabela 4 - Síntese da Validação com Peritos

Dimensão	Feedback Registado (Citações/Síntese)	Ação de Melhoria/Comentário
Visualização (Dashboard)	Os semáforos facilitam a leitura imediata, mas o gráfico S-Curve está denso.	Ajuste na escala visual do gráfico S-Curve.
Input de Dados	A inserção manual do progresso físico é o maior gargalo. (Gestor A)	Identificado como limitação futura a resolver via API.
Métricas (EVM)	O cálculo automático do EAC é vital para as reuniões mensais. (Financeiro)	Funcionalidade validada e mantida como prioritária.

Esta estruturação confirma que, apesar da necessidade de automatização futura, a lógica conceptual do modelo é válida.

3.7.3 Conclusão da Validação

O protótipo demonstrou ser uma prova de conceito eficaz, validando a arquitetura do modelo conceptual e as funcionalidades essenciais. Esta validação preliminar sustenta a passagem para a próxima fase: o Plano de Implementação.

CAPÍTULO IV – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

4 Plano de Implementação

O Plano de Implementação detalha a estratégia para a adoção bem-sucedida do Modelo Conceptual de Gestão Integrada e do seu protótipo na empresa-alvo. A implementação será realizada de forma faseada para mitigar riscos, gerir a mudança cultural e permitir ajustes contínuos.

4.1 Estratégia de Implementação Faseada

A implementação está estruturada em três fases, cobrindo um período de 9 meses, com foco na integração progressiva dos pilares de planeamento, execução e controlo financeiro.

Tabela 5 - Fases do Plano de Implementação (elaboração própria)

Fase	Duração	Objetivo Principal	Entregáveis Chave
Fase 1: Pré-Implementação	2 Meses	Preparação e Customização	Seleção do Projeto-Piloto, Customização Final do Protótipo, Plano de Formação.
Fase 2: Implementação Piloto	3 Meses	Teste e Validação em Ambiente Real	Relatório de Desempenho do Piloto, Ajustes ao Protótipo e Processos, Formação On-the-Job.
Fase 3: Expansão e Consolidação	4 Meses	Integração e Sustentabilidade	Expansão para Novos Projetos, Início da Exploração de Integração ERP/BI, Documentação de Processos Standard.

4.2 Estimativa de Recursos e Custos

A estimativa de recursos e custos é genérica, refletindo o investimento necessário para a implementação do protótipo em Excel e a gestão da mudança associada, e não o custo de um software dedicado.

Tabela 6 - Estimativa de Custo (elaboração própria)

Categoria de Custo	Descrição	Estimativa (Meses Homem)	Estimativa (Custo Genérico)
Recursos Humanos	Gestor de Implementação (PMO), Consultor de Formação (Externo), Utilizadores-Chave (Gestores de Projeto, Financeiro).	3.5 MH (PMO) + 2 MH (Consultor)	Alto (Salários e Honorários)
Formação	Formação intensiva na metodologia EVM e no uso do dashboard.	1.5 MH	Médio (Honorários do Consultor)
Tecnologia	Licenças MS Excel/Office 365 (existentes), Potencial licença Power BI (para futura migração).	-	Baixo (Uso de ferramentas existentes)
Gestão da Mudança	Comunicação, Workshops de alinhamento, Coaching.	2 MH	Médio
Custo Total Estimado		9 Meses Homem	Elevado (Principalmente RH)

4.3 Governo das sociedades e Gestão da Mudança

A sustentabilidade da implementação depende de uma estrutura de governo sólida e de uma gestão de mudança eficaz que promova a integração do planeamento, execução e controlo financeiro.

Tabela 7 - Fluxo de responsabilidades e aprovações

Atividade Chave	Direção (Sponsor)	PMO (Gestor de Implementação)	Gestor de Projeto	Equipa Financeira
Definir a Estratégia de Integração	Responsável	Aprova	Consultado	Informado
Customizar o Protótipo	Consultado	Responsável	Consultado	Consultado
Fornecer Dados de Custo (AC)	Informado	Consultado	Informado	Responsável
Input de Progresso Físico (EV)	Informado	Consultado	Responsável	Informado
Analisar o Dashboard (SPI/CPI)	Informado	Aprova	Responsável	Consultado
Tomar Ações Corretivas	Aprova	Consultado	Responsável	Informado

4.4 Monitorização, Avaliação e Sustentabilidade a Longo Prazo

O sucesso será avaliado através de KPIs específicos, que refletem a eficácia da integração. Para garantir a sustentabilidade e a melhoria contínua, serão implementados os seguintes mecanismos de feedback:

- **Revisões Trimestrais de Desempenho:** Reuniões formais, lideradas pelo PMO, para comparar os resultados dos projetos que usam o modelo com os projetos de referência, focando-se na variação de custo e prazo.
- **Relatórios de Lições Aprendidas (Lessons Learned):** Após a conclusão de cada projeto-piloto, será obrigatório um relatório focado na eficácia do modelo e do *dashboard*. Este relatório será a base para a evolução do protótipo e dos processos.
- **Inquéritos de Satisfação do Utilizador:** Aplicação de inquéritos semestrais aos gestores de projeto e equipa financeira para avaliar a usabilidade, a clareza e o valor percebido da informação fornecida pelo *dashboard*.

- **Evolução Tecnológica:** O protótipo em Excel servirá como *blueprint* para a futura migração para uma solução de BI mais robusta (e.g., Power BI), garantindo a integração via API com o ERP, o que eliminará as fraquezas de escalabilidade e input manual.

A sustentabilidade será garantida pela integração dos procedimentos do modelo nos processos standard da empresa e pela formação contínua, assegurando que a visão integrada dos pilares de gestão se mantenha a longo prazo.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5 Conclusões e Recomendações

A presente investigação demonstrou que a fragmentação da informação constitui um problema crítico na gestão de projetos fotovoltaicos na empresa em estudo, impactando significativamente a sua eficiência e rentabilidade. Em resposta a esta lacuna, foi desenvolvido um Modelo Conceptual de Gestão Integrada que integra os princípios do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), *Earned Value Management* (EVM) e *Balanced Scorecard* (BSC). Este modelo oferece um enquadramento robusto para mitigar a fragmentação, conforme validado por um estudo de caso que garantiu a sua aplicabilidade na realidade operacional. Os resultados sublinham que a centralização de dados e a monitorização proativa através de indicadores híbridos (EVM+BSC) são cruciais para otimizar a performance dos projetos, reforçando a interdependência e a necessidade de integração do planeamento, execução e controlo financeiro.

As contribuições teóricas desta investigação residem na síntese e adaptação de *frameworks* consagrados ao contexto específico dos projetos fotovoltaicos, propondo um modelo integrado que preenche uma lacuna identificada na literatura, especialmente no que tange à articulação entre planeamento, execução e controlo financeiro. A nível prático, este trabalho oferece às empresas do setor um modelo aplicável e um protótipo de ferramenta, desenvolvido em Excel, que pode ser imediatamente testado e adaptado. Esta ferramenta serve como um catalisador para a melhoria contínua dos processos de gestão e para o aumento da maturidade em gestão de projetos, promovendo uma gestão mais coesa e integrada.

Embora aplicado numa empresa privada, este modelo de gestão integrada possui elevada transferibilidade para a esfera da Gestão Pública, especificamente em empresas públicas de energia ou municípios que gerem parques fotovoltaicos municipais. A transparência trazida pelo EVM e o alinhamento estratégico do BSC são fundamentais para garantir o cumprimento dos princípios de *accountability* e eficiência na utilização de fundos públicos em projetos de transição energética.

Contudo, o estudo apresenta algumas limitações inerentes ao seu âmbito. A principal reside na utilização de um estudo de caso único, o que restringe a generalização dos resultados. Adicionalmente, a natureza de protótipo da ferramenta desenvolvida em Excel pode não ser suficientemente robusta para um ambiente empresarial de larga escala, exigindo uma evolução para uma solução mais integrada. É crucial reconhecer que a

integração plena dos pilares de planeamento, execução e controlo financeiro exigirá soluções mais sofisticadas no futuro.

Face a estas limitações, são formuladas recomendações para investigações futuras. Sugere-se a validação empírica alargada do modelo em diversas empresas do setor, permitindo uma análise comparativa e o seu refinamento, com foco na eficácia da integração dos três pilares. Recomenda-se também o desenvolvimento de software dedicado, nomeadamente uma aplicação *web-based standalone* que incorpore todas as funcionalidades do protótipo, com capacidades de integração via API com software de gestão de projetos e sistemas ERP. Outras direções incluem investigações setoriais específicas, aplicando a lógica de integração a outros segmentos das energias renováveis (ex. eólica), e a realização de uma análise de impacto financeiro para quantificar o retorno do investimento (ROI) da implementação de um modelo integrado de gestão de projetos, demonstrando o valor da articulação entre planeamento, execução e controlo financeiro.

REFERÊNCIAS

- Aarseth, W., Rolstadås, A., Andersen, B., & Ahola, T. (2017). Project governance and stakeholder management in complex projects. *International Journal of Project Management*, 35(5), 760–773. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.04.008>
- Ahlemann, F., El Arbi, F., Kaiser, M. G., & Heck, A. (2013). A process framework for enterprise project management: Integrating project, program and portfolio management. *Project Management Journal*, 44(5), 21–34. <https://doi.org/10.1002/pmj.21362>
- Almeida, F., & Ferreira, J. J. (2023). *Gestão de projetos em energias renováveis*. Lidel.
- Badewi, A. (2016). The impact of project management (PM) and benefits management (BM) practices on project success: Towards developing a project benefits governance framework. *International Journal of Project Management*, 34(4), 761–778. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.10.010>
- Biesenthal, C., & Wilden, R. (2014). The tension of being a project business: Project management in a multi-project environment. *International Journal of Project Management*, 32(4), 572–583. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.007>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Chen, Y.-Q., Zhang, S.-B., & Liu, L.-S. (2018). Research on the integration of project management based on BIM and Earned Value Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 153, 062054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/153/6/062054>
- Ciure, A. (2024). *Power BI for project management: Integrating data for real-time decision making*.
- Costa, J. (2023). *O desafio do licenciamento em projetos fotovoltaicos em Portugal*.
- de Wilde, P., & van der Weijde, A. H. (2017). The role of project management in the planning of solar energy projects. *Energy and Buildings*, 156, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.004>
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill.

- Eskerod, P., & Jepsen, A. L. (2013). *Project stakeholder management*. Gower Publishing.
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2010). *Earned value project management* (4th ed.). Project Management Institute.
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., & de Colle, S. (2010). *Stakeholder theory: Concepts and applications*. Cambridge University Press.
- Gajera, K. (2023). *Digital transformation in project management: Overcoming data fragmentation*.
- García-López, J. (2022). Supply chain risk management in renewable energy projects. *Energy Policy*, 160, 112678. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112678>
- Gürel, E., & Tat, M. (2017). SWOT analysis: A theoretical review. *The Journal of International Social Research*, 10(51), 994–1006.
- IEA. (2022). *Renewable energy market update – May 2022: Outlook for 2022 and 2023*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>
- IEA. (2023). *Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
- IRENA. (2021). *Renewable power generation costs in 2021*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>
- Jäger-Waldau, A. (2020). *PV status report 2020*. European Commission, Joint Research Centre. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC122729>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard: Translating strategy into action*. Harvard Business Review Press.
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). John Wiley & Sons.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Müller, R. (2019). *Project governance: The project manager's perspective*. Routledge.

- Nofal, M., & Yusof, S. M. (2013). Integration of ERP and business intelligence: A review of current literature. *International Journal of Computer Science Issues*, 10(1), 478–483. <http://www.ijcsi.org/articles/Integration-of-ERP-and-Business-Intelligence-A-review-of-current-literature.php>
- O'Brien, J. (2021). *Project management for renewable energy: A practical guide*. CRC Press.
- Panagiotou, G. (2003). Bringing SWOT into focus. *Business Strategy Review*, 14(2), 8–10.
- Petrovic, M. (2020). Information fragmentation in project-based organizations. *Journal of Project Management*, 5(3), 189–201.
- Phadermrod, B., Crowder, R. M., & Wills, G. B. (2019). Importance–performance analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*, 44, 194–203.
- Pickton, D. W., & Wright, S. (1998). What's SWOT in strategic analysis? *Strategic Change*, 7(2), 101–109.
- PMI. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (7th ed.). Project Management Institute.
- Qureshi, S. M., Kang, C., & Morton, M. (2019). Integrating earned value management with balanced scorecard for project performance measurement. *Journal of Modern Project Management*, 7(2), 114–129. <https://doi.org/10.19255/JMPM02007>
- Rodrigues, A. (2022). *A gestão de projetos no setor fotovoltaico: Desafios e soluções*.
- Santos, P. M., Teixeira, J. G., & Silva, F. J. (2020). Challenges in the management of photovoltaic energy projects: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121743. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121743>
- Schindler, J., & Hilletoft, P. (2021). Project management in the renewable energy sector: A systematic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110200>

- Silva, M., Fernandes, J., & Pinto, A. (2022). Challenges in photovoltaic project management: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 380(Part 2), 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135148>
- Spertino, F., Tappia, D., & Lamberti, P. (2015). *Photovoltaic systems engineering*. Springer.
- Sørensen, B. (2021). *Renewable energy: Physics, engineering, environmental impacts, economics and planning* (6th ed.). Academic Press.
- Too, E. G., & Weaver, P. (2014). The management of project management: A conceptual framework for project governance. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1382–1394. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.07.006>
- Vanhoucke, M. (2011). *Project management with time-cost tradeoffs*. Springer.
- Williams, T. (2017). The nature of risk in complex projects. *Project Management Journal*, 48(4), 55–66. <https://doi.org/10.1177/875697281704800405>
- Yeoh, W., & Koronios, A. (2010). Critical success factors for business intelligence systems. *Journal of Computer Information Systems*, 50(3), 23–32.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Zwikael, O. (2009). The relative importance of the PMBOK® Guide's nine knowledge areas and four project phases to project success. *International Journal of Project Management*, 27(7), 748–759. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.08.006>