



ANÁLISE DOS DESAFIOS E PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS EM SOFTWARES APS

Analysis of challenges and proposal of method for data integration in APS software

Análisis de desafíos y propuesta de método para la integración de datos en software APS

Daniely Ferreira Fernandes¹, Luana Falqueto Lemos², Henrique Bertochi Torres³,
Luciano Raizer Moura⁴, & Thiara Cezana Gomes⁵

^{1 2 3 4 5} Universidade Federal do Espírito Santo

¹ danielyferreirafernandes@gmail.com ² luanaflemos@hotmail.com ³ henriquetoldi@gmail.com ⁴ luciano.moura@ufes.br
⁵ thiara.gomes@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 25.04.2025

Aprovado: 07.07.2025

Disponibilizado: 23.09.2025

PALAVRAS-CHAVE: Advanced Planning and Scheduling; Software APS; Opcenter APS; Planejamento e Controle da Produção; Projetos de implantação APS; Integração de dados com APS.

KEYWORDS: Advanced Planning and Scheduling; APS Software; Opcenter APS; Production Planning and Control; APS Implementation Projects; Data Integration with APS.

PALABRAS CLAVE: Planificación Avanzada y Programación; Software APS; Opcenter APS; Planificación y Control de la Producción; Proyectos de implementación de APS; Integración de datos con APS.

*Autor Correspondente: Gomes, T. C.

RESUMO

Este estudo analisou os principais desafios na implementação de sistemas APS (Advanced Planning and Scheduling) em fábricas, com ênfase na integração de dados. Utilizando entrevistas e questionários aplicados a profissionais de uma empresa de software de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e seus clientes, identificaram-se as principais dificuldades enfrentadas nesse processo. Os achados revelaram problemas como inconsistências e morosidade na obtenção de dados, falta de compreensão sobre seu uso, baixa adaptabilidade das informações aos sistemas e ausência de engajamento da equipe de Tecnologia da Informação (TI) ao longo do projeto. Com base nessa análise aprofundada, foi proposto o Método de Integração de Dados (MID). O objetivo do MID é simplificar a integração, mitigando os desafios identificados e, assim, garantindo uma implementação mais fluida e eficaz de sistemas APS.

ABSTRACT

This study investigates key challenges in implementing Advanced Planning and Scheduling (APS) systems in a factory context, with a specific focus on data integration. Through interviews and questionnaires conducted with a software company and its clients, we identified several critical obstacles. The findings revealed persistent issues, such as data inconsistencies, poor adaptability of information to the systems, and a lack of active engagement from the Information Technology (IT) team. Based on this analysis, the Data Integration Method (DIM) is proposed. The DIM is designed to simplify integration and mitigate these identified challenges, ultimately ensuring a more fluid and effective implementation of APS systems.

RESUMEN

Este estudio analizó los principales desafíos en la implementación de sistemas de Planificación y Programación Avanzada (APS) en fábricas, con énfasis en la integración de datos. Mediante entrevistas y cuestionarios administrados a profesionales de una empresa de software de Planificación y Control de la Producción (PPC) y sus clientes, se identificaron las principales dificultades encontradas en este proceso. Los hallazgos revelaron problemas como inconsistencias y lentitud en la recopilación de datos, desconocimiento de su uso, poca adaptabilidad de la información a los sistemas y falta de compromiso del equipo de Tecnologías de la Información (TI) durante todo el proyecto. Con base en este análisis profundo, se propuso el Método de Integración de Datos (MID). El objetivo del MID es simplificar la integración, mitigando los desafíos identificados y, así, garantizando una implementación más fluida y efectiva de los sistemas APS.



INTRODUÇÃO

A evolução da indústria é marcada por sucessivas transformações ao longo dos séculos. Segundo Silva (2008) e Warnier (2002), essas mudanças podem ser divididas em três grandes fases. A primeira ocorreu por volta do século XV, com a expansão marítima e a conquista de novos territórios. Já no século XVIII, teve início a Primeira Revolução Industrial, que marcou a transição da produção artesanal para a produção em larga escala, impulsionada pela mecanização e pelo uso da energia a vapor. A terceira fase, iniciada na década de 1950, foi caracterizada pela incorporação de tecnologias eletrônicas e da automação, representando um ponto de ruptura para a globalização (Chaguri, 2022).

Na década de 1970, o avanço tecnológico tornou possível a programação de sistemas digitais e a automação dos processos fabris (Drath & Horch, 2014; Schwab, 2016). Esse contexto impulsionou a competitividade global, exigindo das empresas maior eficiência operacional e qualidade contínua. Gonçalves (2016) ressalta a adoção do sistema Just-In-Time (JIT), o qual permitiu a produção ágil de pequenos lotes e redução de estoques, alinhando a produção à demanda real.

Em 2011, durante a feira industrial Hannover Messe, na Alemanha, surgiu o conceito de Indústria 4.0, a partir da definição do termo “Industrie 4.0” (Geissbauer et al., 2016; Xu et al., 2021). Essa nova era industrial é marcada pela digitalização, conectividade e automação dos processos produtivos, com o uso intensivo de sensores, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e outras tecnologias voltadas à otimização de custos, aumento da produtividade e qualidade.

Nesse cenário, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) adquire papel central, uma vez que é o responsável por integrar processos e recursos produtivos com o objetivo de reduzir custos, atender à demanda com agilidade e elevar a eficiência industrial (Tubino, 2009). Historicamente, o PCP passou por importantes evoluções, a começar pelo MRP I, na década de 1970, voltado ao planejamento de materiais. Posteriormente, esse sistema evoluiu para o MRP II, incluindo o cálculo de capacidade produtiva. Na década de 1990, surgiu o ERP (Enterprise Resource Planning), integrando os dados da manufatura com os demais setores da organização, como finanças, vendas e logística (Corrêa et al., 2006).

Com o amadurecimento dos conceitos de Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM), o PCP passou a englobar atividades como compras, distribuição e relacionamento com parceiros. Nesse contexto, o sistema Advanced Planning and Scheduling (APS) representa uma ferramenta de planejamento e programação avançada que se baseia em capacidade finita para simular e otimizar cenários de produção (Laurindo et al., 2002).

A adoção de ferramentas APS proporciona às indústrias uma visão antecipada do sequenciamento da produção, permitindo a geração de múltiplos cenários e o apoio à tomada de decisão no chão de fábrica. Entretanto, a implementação desses sistemas envolve desafios significativos. Zattar e Sachelli (2003) identificam entre os principais obstáculos: desconhecimento por parte dos colaboradores sobre os processos internos, dificuldades de customização, ausência de capacitação, cadastros desatualizados, baixa integração com sistemas legados (como o ERP) e resistência da alta gestão.

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo analisar os principais desafios enfrentados durante a etapa de integração de dados na implementação de sistemas APS voltados à automação do PCP. Adicionalmente, propõe-se a estruturação de um método que otimize a assertividade no fornecimento de dados ao software Opcenter APS. Este método contempla estratégias práticas que visam facilitar a compreensão dos requisitos técnicos por parte dos clientes industriais.

A abordagem metodológica adotada é a pesquisa-ação, caracterizada pela intervenção prática para resolução de uma problemática real. A partir da análise de projetos de implementação de APS em indústrias de distintos segmentos, busca-se propor melhorias que mitiguem os principais entraves na fase de integração de dados.

Para atingir o objetivo proposto, o artigo está estruturado inicialmente com uma revisão da literatura relacionada aos principais conceitos do PCP e à integração de dados em softwares APS. Em seguida, as etapas metodológicas adotadas na pesquisa são detalhadas. Na seção seguinte, são apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa, considerando a perspectiva dos clientes e dos consultores envolvidos. Posteriormente, detalha-se o método proposto para facilitar esse processo. Por fim, o artigo apresenta as considerações finais e as propostas de estudos futuros.

REFERENCIAL TEÓRICO

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O sistema de produção é composto por um conjunto de recursos e operações que atuam de forma coordenada para transformar matérias-primas em produtos ou serviços (Slack et al., 2009; Tubino, 2009). A área responsável por gerir essas atividades é o Planejamento e Controle da Produção (PCP), cuja origem remonta ao final do século XIX com os primeiros métodos de controle de inventário e evolui com marcos como o modelo de lote econômico e o advento do computador na década de 1960, que impulsionou a prática do Planejamento Mestre da Produção (Martins, 2007).

O PCP visa equilibrar a capacidade produtiva com a demanda de mercado, otimizando recursos e garantindo eficiência operacional (Slack et al., 2009). Essa função deve ser exercida de forma integrada com outras áreas da organização — como Engenharia, Suprimentos, RH, Finanças, Vendas e Produção —, dada a necessidade de informações compartilhadas para o planejamento e execução das operações (Chiavenato, 2022).

Moreira (1996) destaca a importância do planejamento em três horizontes de tempo: longo, médio e curto prazo. Tubino (2009) estrutura o PCP em três níveis: estratégico, onde se define o plano de produção como base para as políticas do negócio; tático, com o desenvolvimento do Plano Mestre da Produção (PMP); e operacional, responsável pela programação detalhada, controle de estoques, sequenciamento e acompanhamento das ordens no chão de fábrica.

PLANO MESTRE, PROGRAMAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

O Plano Mestre de Produção (PMP) é o elo entre o planejamento tático e o operacional, sendo responsável por traduzir os planos estratégicos de longo prazo em metas específicas de produção para o médio prazo (Tubino, 2009; Lustosa et al., 2008). Ele direciona as atividades de montagem, aquisição de matérias-primas e fabricação, permitindo avaliar a capacidade de

atendimento à demanda futura e definir os volumes de produção necessários para alimentar a programação da produção (Tubino, 2009).

Segundo Slack et al. (2009), a estruturação do PMP envolve a análise de dados de demanda, estoques atuais e recebimentos programados. A partir disso, é projetado o saldo de estoque ao longo do tempo, e são definidas as quantidades a serem produzidas para evitar rupturas no atendimento. Esse processo é geralmente organizado em uma escala temporal semanal, (Tabela 1), que exemplifica a aplicação prática do PMP para um produto específico.

Tabela 1. Estruturação do PMP

	Julho				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Demandas previstas	50	50	50	50	60	60	60	60
Demandas Confirmadas	55	40	10	5	0	0	0	0
Recebimentos Programados	100							
Estoques projetados	50	100	50	100	40	80	20	20
PMP		100		100		100		100

Fonte: Adaptado de Tubino (2009).

A programação da produção consiste no detalhamento do plano de produção, visando sua execução de forma coordenada com os diversos recursos e áreas envolvidas no sistema produtivo (Chiavenato, 2022). No curto prazo, define-se quando e quanto comprar, fabricar ou montar para cada item do produto final (Tubino, 2009). A partir das informações do Plano Mestre de Produção (PMP), são emitidas ordens de compra, fabricação e montagem, as quais são posteriormente organizadas em uma sequência de execução, com foco na otimização dos recursos disponíveis (Molina & Resende, 2006).

O sequenciamento da produção, embora seja parte das atividades do PCP, também envolve a atuação dos operadores, sendo sua principal finalidade o cumprimento de prazos e o uso eficiente dos recursos (Torres et al., 2003). Para Liddel (2010), trata-se do balanceamento entre capacidade e demanda, resultando em um plano viável de execução.

Nesse contexto, a produção sincronizada, conforme Goldratt e Fox (1989), busca o fluxo rápido e coordenado de materiais no sistema produtivo. Para organizar esse fluxo, Tubino (2009) propõe diferentes regras de sequenciamento, cuja aplicação depende das características do processo de produção de cada empresa. Entre as principais regras estão: Primeira que Entra é a Primeira que Sai (PESP), Menor Tempo de Processamento (MTP), Menor Data de Entrega (MDE), Índice de Prioridade (IPI), Índice Crítico (ICR), Índice de Folga (IFO) e Índice de Falta (IFA), cada uma com critérios específicos para definição da ordem de produção.

A escolha da regra mais adequada cabe ao programador da produção, que deve considerar aspectos como prazos, tipos de produto, níveis de estoque e limitações operacionais. O sequenciamento é uma das tarefas mais complexas do PCP, devido à influência de fatores imprevisíveis como manutenções, indisponibilidade de recursos e inserção de pedidos urgentes.

MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING (MRP I & II)

A primeira ferramenta de apoio às atividades do Planejamento e Controle da Produção foi o chamado Material Requirements Planning (MRP), ou Planejamento das necessidades de



Materiais, surgido em meados da década de 60, com a evolução dos sistemas computadorizados (Vieira & Coelho, 2017).

Nessa época, as atividades do PCP estavam centradas em um sistema, designado MRP, capaz de fornecer suporte acerca das quantidades e momentos nos quais os materiais deveriam estar disponíveis no ambiente de produção, visando atender às demandas do mercado de maneira eficiente (Lopes et al., 2013)

A principal finalidade de um sistema MRP é produzir e comprar somente o necessário para atendimento da demanda, visando eliminar estoque. Contudo, esse sistema possui suas limitações, pois não considera as capacidades dos recursos produtivos para realização do plano de produção por ele sugerido (Lopes et al., 2013).

Em meados da década de 80, os sistemas e as técnicas do PCP são aprimorados e surge o chamado Manufacturing Resource Planning (MRP II), ou Planejamento dos Recursos de Manufatura (Vieira & Coelho, 2017). Assim como os sistemas MRP, os sistemas MRP II são capazes de planejar a produção e compra de materiais, bem como definir os momentos em que estes devem estar disponíveis no chão de fábrica.

Somado a isso, o sistema MRP II é capaz de definir como produzir, ou seja, utilizando quais recursos em quais capacidades. Por meio de uma lógica implícita, o MRP II é capaz de prever uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões para propor um plano de produção que leva em consideração a capacidade máxima dos recursos produtivos (Corrêa et al., 2006).

ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)

Os sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) começaram a ser utilizados por volta da década de 90. Tais sistemas integram, rastreiam e promovem visibilidade global de todas as informações da organização, bem como sua cadeia de suprimentos, o que possibilita tomadas de decisões ágeis e eficientes (Chopra & Meindl, 2003). No Brasil, os sistemas ERP também são chamados de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, pois supervisionam e oferecem assistência abrangente a todas as atividades operacionais, produtivas, administrativas e comerciais da organização.

Um ERP possibilita fluxo único e integrado das informações através de uma exclusiva base de dados contendo os elementos de todos os setores da organização. É uma ferramenta fundamental de apoio ao PCP, pois controla informações da produção e compras de materiais (Chopra & Meindl, 2003). Contudo, mesmo com o avanço dos sistemas, o ERP não é capaz de suprir todas as necessidades com seu módulo de produção, visto que não possui ferramentas capazes de fornecer dados precisos quanto à programação exata da produção, prazos de entrega e acompanhamento do chão de fábrica (Meneghelo & Martins, 2015).

ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING (APS)

Os sistemas Advanced Planning and Scheduling (APS) surgem como resposta às limitações dos módulos de produção dos sistemas ERP, oferecendo recursos avançados de planejamento e programação com base no conceito de Capacidade Finita (FCS) (Meneghelo & Martins, 2015). Tais sistemas permitem o planejamento detalhado e preciso da produção, integrando-se a

outras plataformas para evitar redundância de dados e aumentar a confiabilidade das informações (Faé & Erhart, 2009).

As principais características dos sistemas APS incluem suporte à tomada de decisão por meio de simulações, tratamento de restrições produtivas, resolução de problemas complexos e alta velocidade de processamento (Giacon & Mesquita, 2011). Uma das soluções disponíveis no mercado é o Opcenter APS, da Siemens, que se divide em dois módulos: Opcenter Planning, voltado ao planejamento mestre, e Opcenter Scheduling, focado na programação da produção.

O Opcenter APS é uma solução desenvolvida pela Siemens Digital Industries Software que visa elaborar planos de produção viáveis, levando em consideração a capacidade real dos recursos produtivos, restrições operacionais e demandas de mercado (Siemens, 2023). Para isso, o sistema requer a alimentação de dados estruturados e padronizados, provenientes de fontes como ERP, inserções manuais ou bancos intermediários. Esses dados incluem listas de materiais, roteiros de produção, estoques, ordens, tempos de processamento e disponibilidade de recursos.

O módulo Opcenter Scheduling permite o sequenciamento automático de ordens por meio de regras internas e oferece flexibilidade para ajustes manuais, otimizando decisões sobre prazos, priorizações, tamanhos de lotes e uso de horas extras. A visualização dessas informações é realizada por meio de um gráfico de Gantt, que apresenta as ordens sequenciadas e os recursos alocados.

Já o módulo Opcenter Planning atua no médio e longo prazo, suportando decisões estratégicas sobre o que, quanto, quando, onde e como produzir. Ele considera demandas futuras, capacidade de produção, disponibilidade de mão de obra e limitações operacionais, servindo como base para a formulação de Planos Mestre da Produção (MPS).

DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DE SOFTWARES APS

A implantação dos softwares Opcenter Planning e Opcenter Scheduling requer uma modelagem personalizada dos processos produtivos de cada empresa. Esse processo é conduzido, geralmente, por consultorias especializadas e dividido em quatro fases: pré-venda técnica, implantação e desenvolvimento, testes e go live.

Apesar dos benefícios esperados, a implantação de sistemas APS apresenta desafios significativos. Segundo Faé e Erhart (2009), o sucesso da implementação depende de um planejamento cuidadoso. Bogéa (2023) identificou quatro grandes dificuldades: problemas na entrega e/ou qualidade dos dados; falta de comunicação entre equipes; troca de membros das equipes; baixa dedicação das equipes. Dentre esses, a qualidade e entrega de dados é a principal fonte de falhas. Dados inconsistentes, atrasos na disponibilização e ausência de informações comprometem a aderência do sistema à realidade da empresa. A precisão, padronização e integridade das informações são fundamentais para o sucesso da integração e para a tomada de decisão baseada em dados confiáveis.

Em ambientes industriais, a alta frequência de geração de dados em pequenos volumes pode dificultar sua consolidação e uso eficiente nos sistemas produtivos (Joaquin & Caurin, 2018). Esses dados só adquirem significado quando contextualizados, servindo de base para decisões sobre custos, produção e utilização de recursos.

A necessidade de ferramentas complementares ao ERP, como APS, SCM, SFA (Sales Force Automation), CRM (Customer Relationship Management) e MES (Manufacturing Execution System), aumenta a complexidade da gestão da informação (Vosburg & Kumar, 2001). Dados desalinhados entre sistemas geram informações inconsistentes, afetando diretamente a eficiência operacional e a qualidade das decisões (Caxito, 2014; Almeida, 2010).

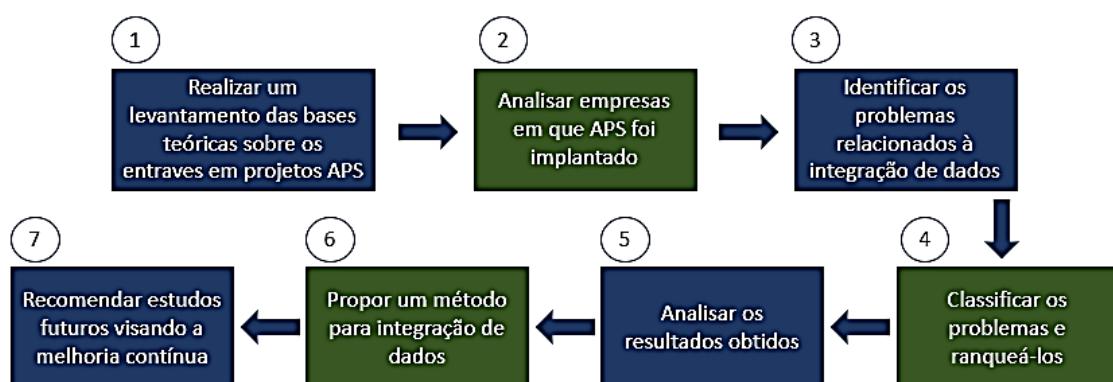
A correta integração de dados é essencial para que os sistemas APS gerem informações precisas. No caso do Opcenter APS, essa integração pode ser feita via arquivos de texto, planilhas, web services ou bancos de dados intermediários (SQL views), além de conectores nativos para ERPs como o SAP Business One, garantindo sincronização bidirecional e integridade dos dados (Tecmaran, 2023).

METODOLOGIA

A presente pesquisa adota a abordagem de pesquisa-ação, conforme Tripp (2005), que combina investigação científica com a busca por soluções práticas e imediatas. O objetivo principal é propor um método de integração de dados em projetos de implantação de sistemas APS, com foco no software Opcenter APS.

A sequência metodológica da pesquisa está ilustrada na Figura 1. O estudo iniciou-se com uma revisão teórica aprofundada sobre os conceitos de PCP, sistemas APS, fases de implantação e os desafios de integração de dados. Em seguida, foram selecionados e analisados projetos em indústrias onde o Opcenter APS foi implantado, o que permitiu a coleta de dados por meio de questionários e entrevistas com clientes e consultores. Os problemas identificados foram, então, classificados com base no seu impacto sobre o projeto e submetidos a uma análise aprofundada dos dados coletados. A partir desses achados, o estudo avançou para a proposição de um Método de Integração de Dados (MID). Por fim, o trabalho concluiu com recomendações para pesquisas futuras.

Figura 1. Etapas de realização do trabalho



Fonte: Autores (2025).

Para a pesquisa foram selecionados projetos com mais de 80% de conclusão e participantes com conhecimento sobre as etapas de implantação. Os entrevistados foram divididos em dois grupos: Grupo (i) refere-se aos clientes (usuários do sistema, gerentes de PCP e de projetos); Grupo (ii) refere-se aos consultores (consultores funcionais, técnicos e gestores de implantação).

O questionário aplicado aos clientes e consultores foi dividido em três seções, conforme Quadro 1: Informações gerais sobre o processo de integração de dados; Mapeamento dos principais desafios; Soluções aplicadas e sugestões de melhorias. Foram utilizadas perguntas abertas, objetivas e classificatórias com escala Likert de 1 a 5 (Tanaka, 2007).

Quadro 1. Caracterização do questionário

Seção do questionário	Descrição	Nº total de perguntas	Natureza das perguntas
1	Informações Gerais do Processo de Integração de Dados	10	Abertas (3), Objetivas (5), Classificatórias (2)
2	Mapeamento dos Principais Desafios do Processo de Integração de Dados	7	Classificatórias (7)
3	Mapeamento das soluções implementadas e sugestões de melhorias para o processo de integração de dados	2	Abertas (2)

Fonte: Autores (2025).

As entrevistas foram conduzidas entre julho e setembro de 2023, presencialmente ou online. As questões foram padronizadas para os dois grupos, exceto quanto à avaliação da orientação dada pela consultoria, direcionada apenas ao grupo de clientes. Os dados foram organizados em planilhas do Microsoft Excel. Projetos com múltiplos entrevistados tiveram as respostas médias consideradas. As respostas classificatórias foram analisadas estatisticamente (percentuais) e as respostas abertas foram agrupadas por categorias temáticas.

A análise dos dados diferenciou as perspectivas dos clientes e dos consultores, permitindo uma visão ampla dos entraves enfrentados. A partir disso, foi elaborada uma proposta de método com foco na integração de dados. O Método de Integração de Dados (MID) foi desenvolvido com base na análise das respostas obtidas, estruturado em cinco etapas. Seu objetivo é otimizar o processo de integração nos projetos APS, facilitando o alinhamento entre os dados da empresa e os requisitos técnicos do software, com foco em clareza, agilidade e confiabilidade.

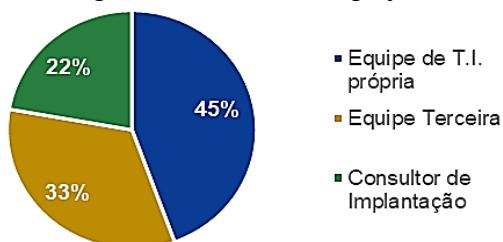
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa contou com 24 participantes, sendo 9 clientes e 15 consultores envolvidos em projetos de implementação do software Opcenter APS. O objetivo central foi compreender os principais desafios na etapa de integração de dados, considerada crítica para o sucesso da automação do PCP.

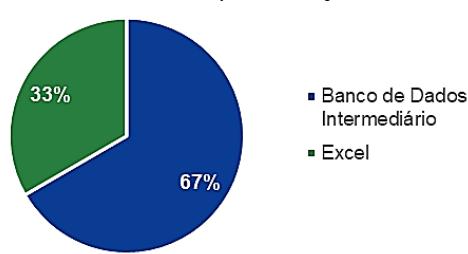
PERSPECTIVA DOS CLIENTES

Entre os clientes respondentes, 78% participaram apenas da etapa de assessment no pré-projeto, 11% participaram de Prova de Conceito (POC) e assessment, e os demais tiveram também treinamento inicial. Ressalta-se que o assessment é obrigatório nos projetos da consultoria analisada, pois permite o mapeamento prévio dos processos.

Com relação à responsabilidade pela integração de dados, em 45% dos casos ela foi realizada pela equipe de TI do cliente (Gráfico 1), o que reforça a importância do envolvimento técnico desde o início do projeto. Quanto ao meio utilizado, 67% dos projetos utilizaram banco de dados intermediário para disponibilização das informações (Gráfico 2), sendo este o formato preferencial em detrimento de planilhas ou extrações diretas de ERP. Ainda assim, inconsistências nos dados oriundos dos sistemas empresariais são recorrentes, dificultando o alinhamento entre o processo real e o digital.

Gráfico 1. Agente realizador da integração de dados

Fonte: Autores (2025).

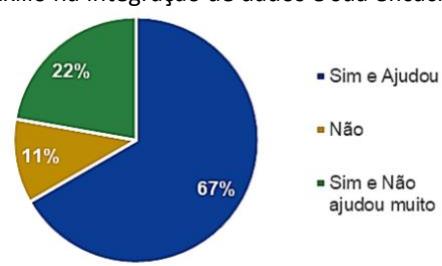
Gráfico 2. Meio de disponibilização dos dados

Fonte: Autores (2025).

A avaliação do suporte de consultoria durante a fase de integração de dados, realizada por meio da escala Likert, revelou que, apesar de 77% dos clientes terem enfrentado algum grau de dificuldade (Gráfico 3), a percepção sobre a consultoria foi positiva. Cerca de 78% consideraram as orientações recebidas satisfatórias. Essa alta taxa de satisfação pode ser atribuída à proatividade da consultoria: em 89% dos casos, ela forneceu um modelo de dados como apoio (Gráfico 4), ferramenta que 67% dos clientes consideraram útil para o correto entendimento e envio das informações.

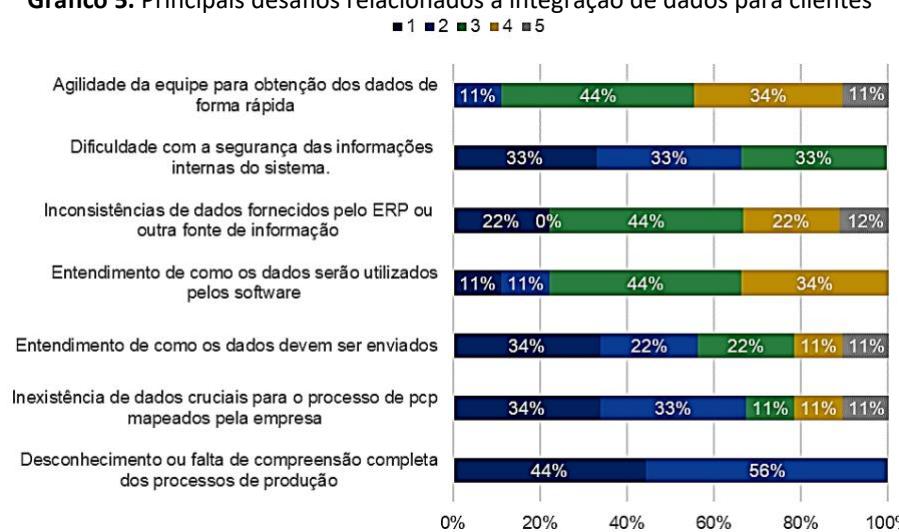
Gráfico 3. Quão desafiadora foi a integração e quão esclarecedora foi a orientação para esta etapa

Fonte: Autores (2025).

Gráfico 4. Disponibilização de ferramenta para auxílio na integração de dados e sua eficácia

Fonte: Autores (2025).

A análise dos principais desafios de integração revelou três fatores críticos, conforme Gráfico 5: a morosidade na obtenção de dados por parte da equipe interna (89%), a inconsistência das informações extraídas do ERP (78%) e a dificuldade em compreender como os dados seriam utilizados pelo software APS (78%). Essas barreiras apontam para falhas tanto técnicas quanto comunicacionais.

Gráfico 5. Principais desafios relacionados à integração de dados para clientes

Fonte: Autores (2025).

As respostas às perguntas abertas corroboraram os achados anteriores. A dificuldade na introdução ou adaptação de dados foi citada por 45% dos clientes, enquanto 33% destacaram o desafio em entender os formatos e exigências para o correto envio das informações (Gráfico 6).

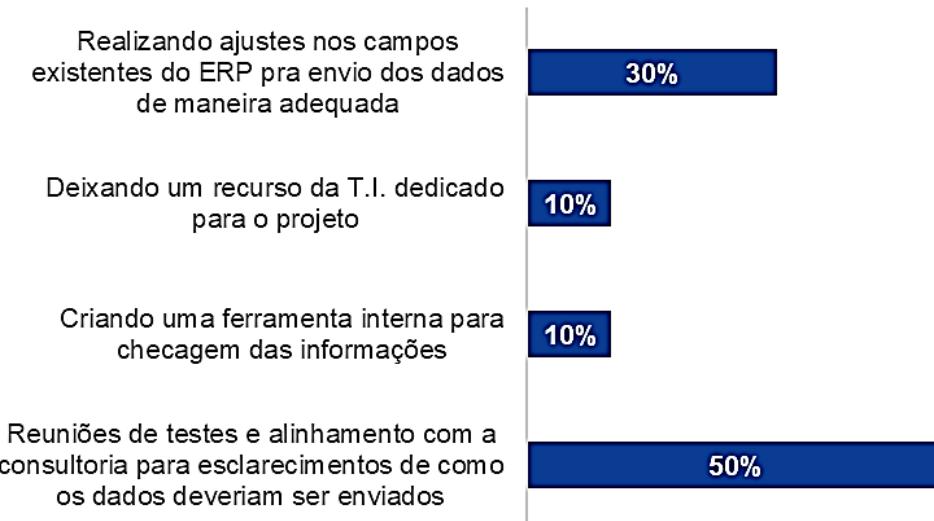
Gráfico 6. Principais dificuldades do processo de integração



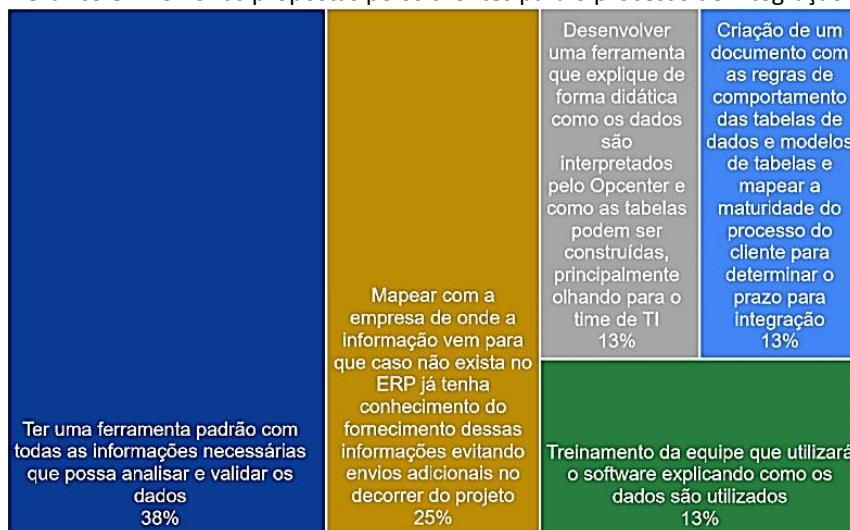
Fonte: Autores (2025).

As soluções adotadas para mitigar os desafios de integração incluíram reuniões de alinhamento com a consultoria (50%) e ajustes nos campos dos sistemas de informação (33%), (Gráfico 7). Em paralelo, as sugestões de melhoria (Gráfico 8) revelam uma demanda por instrumentos mais claros e estruturados: a criação de uma ferramenta padronizada de análise e validação de dados (38%) e o mapeamento prévio das fontes de informação (13%). Essas descobertas, em conjunto, indicam a necessidade de soluções proativas para o sucesso do processo de integração.

Gráfico 7. Principais soluções do processo de integração



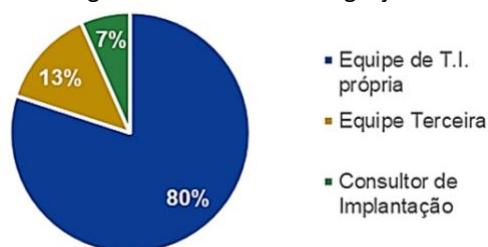
Fonte: Autores (2025).

Gráfico 8. Melhorias propostas pelos clientes para o processo de integração

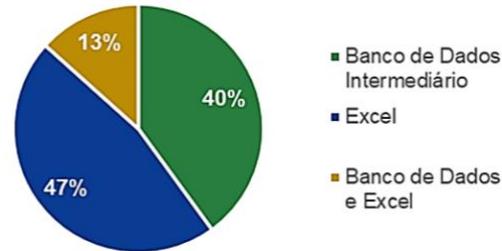
Fonte: Autores (2025).

PERSPECTIVA DOS CONSULTORES

A análise da perspectiva dos consultores confirmou e aprofundou os pontos levantados pelos clientes. Em 80% dos projetos, a equipe de TI do cliente foi a responsável pela integração dos dados (Gráfico 9), reforçando a necessidade de seu envolvimento desde a fase de planejamento. Quanto ao meio de integração, 87% utilizaram banco de dados intermediário, sendo que 47% recorreram simultaneamente a planilhas em Excel para apoio (Gráfico 10). Isso aponta para uma abordagem híbrida, que, embora viável, pode aumentar o risco de inconsistências e retrabalho.

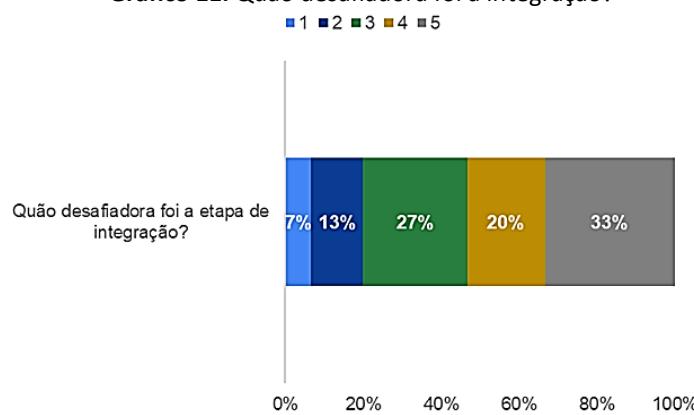
Gráfico 9. Agente realizador da integração de dados

Fonte: Autores (2025).

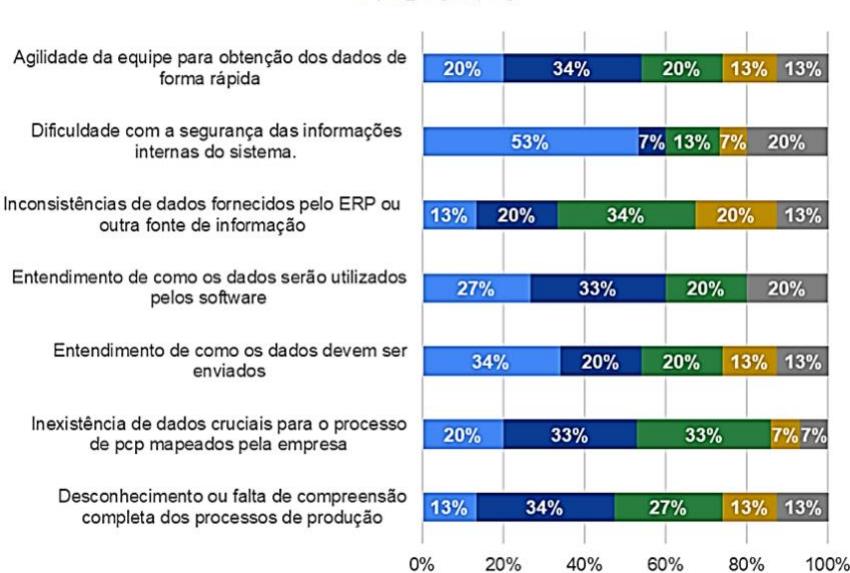
Gráfico 10. Meio em que os dados são integrados

Fonte: Autores (2025).

Consultores também avaliaram a etapa de integração como desafiadora: 80% atribuíram a ela uma avaliação de média a alta complexidade (Gráfico 11). Os principais obstáculos relatados foram: inconsistências nos dados extraídos dos ERPs (67%) e desconhecimento dos processos de produção por parte dos envolvidos no projeto (53%) (Gráfico 12).

Gráfico 11. Quão desafiadora foi a integração?

Fonte: Autores (2025).

Gráfico 12. Principais desafios relacionados à integração de dados para consultores

Fonte: Autores (2025).

Na avaliação qualitativa (Gráfico 13), os consultores destacaram a ausência de membros da equipe de TI nas reuniões iniciais e a lentidão no envio dos dados como fatores críticos (26,3%). Esses pontos dialogam diretamente com os desafios apontados pelos clientes, reforçando a urgência de alinhar expectativas e responsabilidades entre as partes desde as etapas iniciais do projeto. As soluções aplicadas com maior frequência incluíram treinamentos sobre o envio de dados (29%) e realização de testes com identificação e correção de erros (35%) (Gráfico 14). Essas práticas mostram-se eficazes, mas reativas, indicando a necessidade de medidas preventivas mais robustas.

Gráfico 13. Principais Dificuldades do Processo de Integração

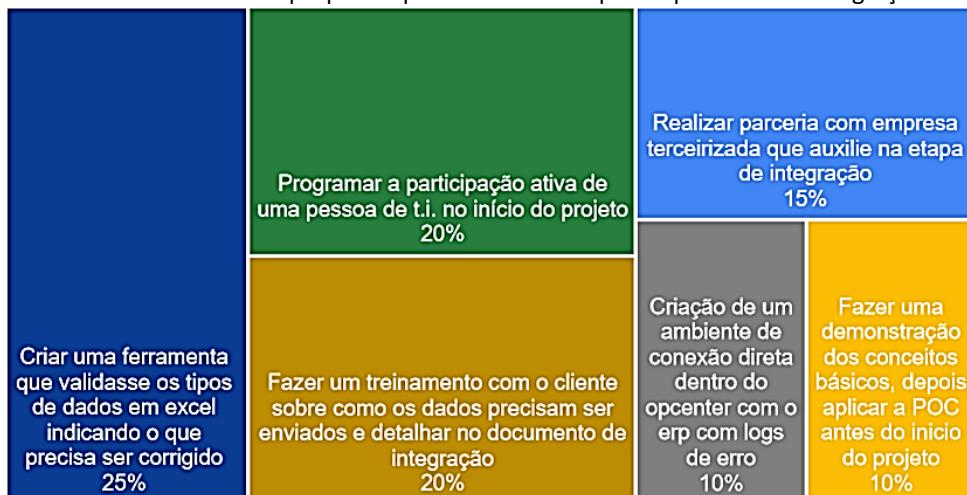
Fonte: Autores (2025).

Gráfico 14. Principais Soluções do Processo de Integração

Fonte: Autores (2025).

Entre as sugestões de melhoria (Gráfico 15), destacam-se o desenvolvimento de ferramentas de validação automática no Excel (25%), a participação ativa de um profissional de TI desde o início (20%) e treinamentos específicos sobre a lógica de uso dos dados no software APS (20%).

Gráfico 15. Melhoria propostas pelos consultores para o processo de integração



Fonte: Autores (2025).

ANÁLISE CONJUNTA

A análise cruzada entre as visões de clientes e consultores revela convergência em diversos pontos. Ambos os grupos destacam a inconsistência dos dados fornecidos pelos sistemas de informação e a necessidade de ajustes como os principais entraves. O Quadro 2 resume essas convergências e propõe soluções práticas para os desafios identificados.

Quadro 2. Resumo dos desafios e propostas de soluções

Grupo	Principais desafios	Proposta de soluções
Clientes	1. Agilidade da equipe na obtenção de dados; 2. Capacidade de adaptar ou introduzir dados nos SI; 3. Inconsistência dos dados fornecidos pelos SI; 4. Entendimento sobre como os dados serão utilizados pelo software; 5. Necessidade de ajustar os dados fornecidos.	1. Realização de testes para identificar erros; 2. Condução de treinamentos sobre como esses dados devem ser enviados; 3. Elaboração de uma ferramenta para facilitar integração de dados.
Consultores	1. Inconsistência dos dados fornecidos pelos sistemas de informação; 2. Necessidade de ajustar os dados fornecidos.	1. Realização de testes para identificar erros nos dados; 2. Condução de treinamentos sobre como esses dados devem ser enviados; 3. Elaboração de uma ferramenta para facilitar integração de dados; 4. Maior envolvimento da TI.

Fonte: Autores (2025).

Clientes ressaltaram a dificuldade na adaptação de dados e a lentidão na obtenção interna, enquanto consultores enfatizaram a ausência de TI e problemas na qualidade dos dados enviados. Esses achados demonstram que, embora os sintomas se manifestem de formas diferentes, as causas estão ligadas a uma preparação insuficiente na fase de pré-projeto.

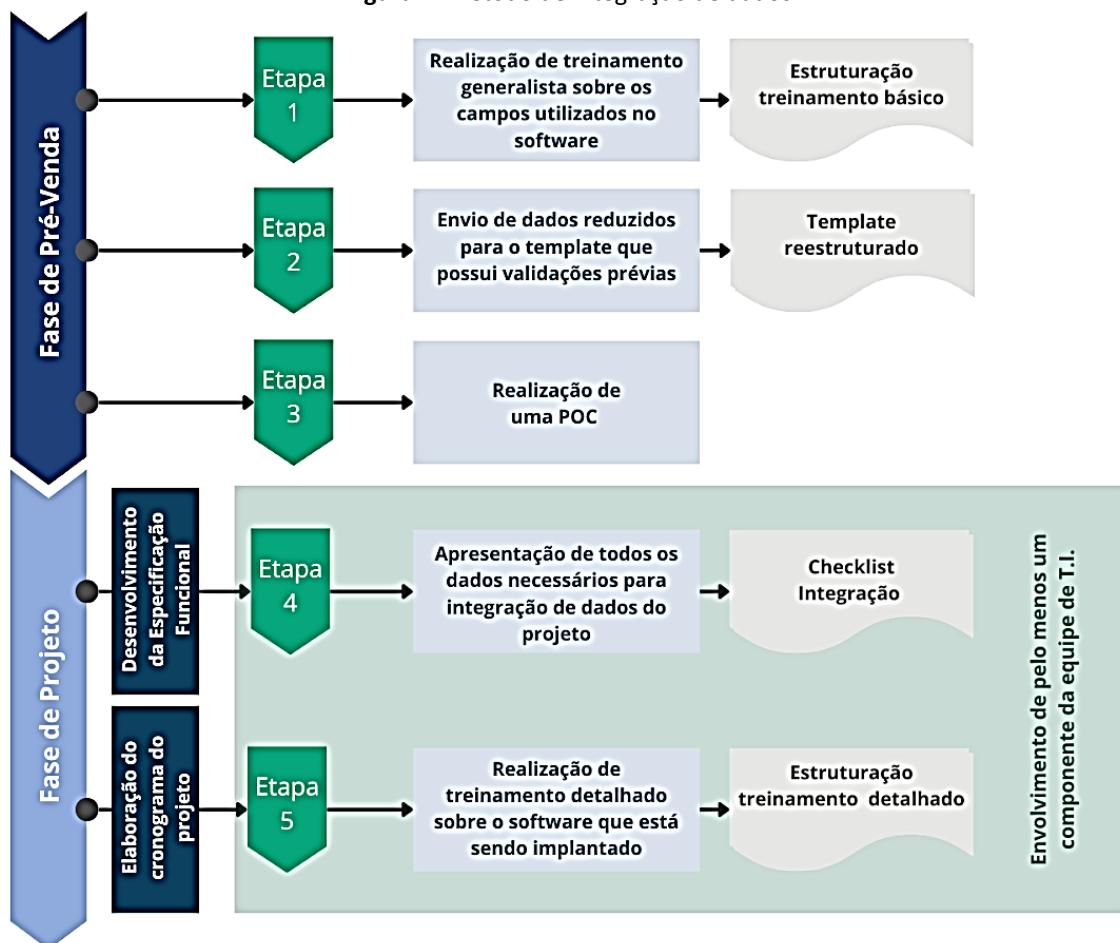
Treinamentos e testes foram as práticas mais eficazes reportadas por ambos os grupos. No entanto, as sugestões apontam para a necessidade de ações mais estruturadas, como ferramentas padronizadas, templates com validação automática e cronogramas realistas para extração de dados.

Essas evidências servem de base para o desenvolvimento do método proposto para integração de dados com o Opcenter APS, apresentado na próxima seção, que busca reduzir os gargalos identificados e facilitar a transição dos dados dos sistemas legados para o novo ambiente digital.

PROPOSTA DE MÉTODO PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS

Com base nos desafios identificados na pesquisa, foi desenvolvido um método estruturado para a integração de dados com o software Opcenter APS, nomeado Método de Integração de Dados (MID), com o objetivo de mitigar inconsistências, reduzir o retrabalho e facilitar a compreensão por parte dos clientes quanto ao uso dos dados no sistema. O MID está dividido em duas fases: Pré-venda e Pré-projeto, organizadas em cinco etapas principais (Figura 2).

Figura 2. Método de integração de dados



Fonte: Autores (2025).

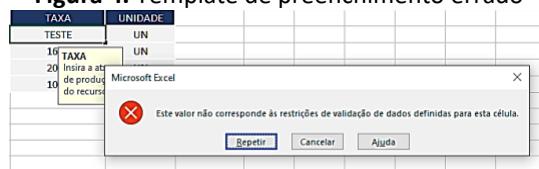
A primeira etapa, Treinamento Introdutório, consiste em uma capacitação generalista sobre os dados requeridos para o Opcenter APS, abordando os campos fundamentais do planejamento e programação da produção. O objetivo é garantir que o cliente compreenda a finalidade e o uso dos dados desde o início do processo, estabelecendo uma base sólida para o sucesso do projeto.

A Etapa 2, Envio do template de dados, consiste em, após o treinamento, disponibilizar um modelo (template) desenvolvido em Excel, contendo todas as tabelas e campos exigidos para a integração. Cada coluna possui uma explicação embutida em seu cabeçalho, com exemplos práticos (Figura 3). Além disso, estratégias de validação automática dos dados inseridos foram incluídos na planilha, sinalizando erros de preenchimento (Figura 4).

Figura 3. Template de dados com Definições

RECURSOS	GRUPO	TAXA	UNIDADE
MAQUINA CORTE 1	CORTE	GRUPO DE RECURSO É UM AGRUPAMENTO QUE ENGLOBA MAIS DE UM RECURSO.	UN
MAQUINA CORTE 2	CORTE		UN
MAQUINA SOLDA 1	SOLDAR		UN
MAQUINA SOLDA 2	SOLDAR	EXEMPLO: GRUPO DE RECURSO CORTE ENGLOBA OS RECURSOS DE CORTE MAQ. CORTE 1, MAQ. CORTE 2 E MAQ. CORTE 3	UN

Fonte: Autores (2025).

Figura 4. Template de preenchimento errado

Fonte: Autores (2025).

A Etapa 3, Prova de Conceito (POC), é a etapa final da fase de pré-venda. Nela, realiza-se uma POC com carga de dados reduzida. O objetivo é simular, de forma prática, como os dados alimentam o APS e quais resultados são gerados. Esse teste permite alinhar expectativas entre consultoria e cliente e identificar possíveis ajustes antes da contratação definitiva. Com o projeto iniciado, são conduzidas reuniões para levantamento dos processos produtivos e definição das expectativas com o software. A partir dessas informações, é elaborada a Especificação Funcional, contemplando requisitos técnicos e personalizações necessárias.

Nas Etapas 4 e 5 ocorre o envio do checklist de integração e treinamento técnico. Após a aprovação da especificação, é enviado ao cliente o Checklist de Integração (Figura 5), que contém todos os dados exigidos, suas definições e exemplos. Com base nesse documento, o cliente verifica se possui as informações conforme requisitado, possibilitando a definição do cronograma de integração. Em seguida, realiza-se um treinamento técnico detalhado, abordando o funcionamento do software, a estrutura dos dados e os critérios de inserção.

Figura 5. Checklist de Integração de dados

Recursos

Regras de Negócio

- Enviar somente os recursos relacionados à produção
- Não enviar recursos que não estão mais em atividade
- Enviar somente os recursos referente à planta que está sendo realizado o projeto
- Não enviar recursos sem taxas de produção

Campos que devem ser enviados

SEQ	CAMPO	TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
1	Recurso	Varchar	Recurso Produtivo	Máquina Corte 1
2	Grupo de Recurso	Varchar	Agrupamento de recursos que executam mesma função	Corte (contém máquinas de corte 1 e 2)
3	Taxa	Integer	Taxa produtiva do recurso	100 por hora
4	Unidade	Varchar	Unidade de produção que o recurso trabalha	Unidades

Fonte: Autores (2025).

A adoção do MID visa reduzir o tempo de execução do projeto APS, promover uma integração de dados mais eficaz e evitar gargalos nas etapas posteriores. Ao estruturar o processo desde o pré-projeto, aumenta-se a segurança técnica da equipe de implementação e o entendimento por parte do cliente. A proposta também busca suprir lacunas do modelo anterior, que priorizava a velocidade da venda, mas nem sempre garantia a maturidade necessária para uma integração bem-sucedida.

CC BY 4.0
DEED
Attribution 4.0
International

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo alcançou seu propósito ao analisar os desafios associados à implementação de sistemas APS para a automação do PCP em ambientes fabris com foco na integração de dados. A análise foi conduzida por meio de entrevistas e questionários com dois grupos distintos: clientes que adotaram o software APS e consultores especializados.

A análise revelou que os principais desafios convergiram entre as duas perspectivas. Ambos os grupos destacaram a inconsistência dos dados fornecidos pelos sistemas de informação, a falta de entendimento de como os dados seriam utilizados pelo software e a necessidade de ajustes como entraves significativos. Adicionalmente, na visão dos clientes, a morosidade na obtenção dos dados e a dificuldade em adaptá-los aos sistemas também foram fatores críticos. Por sua vez, os consultores apontaram a falta de envolvimento da equipe de TI e a demora no envio das informações como questões desafiadoras.

Por meio de uma análise mais aprofundada foram propostas ações de melhorias para o processo de integração de dados. Sob a ótica dos entrevistados, as soluções mais recorrentes para os problemas detectados foram a realização de testes que identifiquem os erros nos dados fornecidos, bem como a condução de treinamentos e orientações sobre como eles devem ser enviados. Somado a isso, foi sugerida a criação de uma ferramenta de validação preliminar e o envolvimento de um membro da TI em todo o processo.

A partir das causas identificadas e das soluções propostas foi estruturado o Método de Integração de Dados (MID) que buscou reduzir a ocorrência de problemas e obter melhores resultados no processo. O MID consistiu em uma sequência de etapas a serem seguidas ao longo das fases de pré-venda e de projeto. A fase de pré-venda integrou a realização de um treinamento generalista sobre os campos utilizados no processo, seguido pelo envio dos dados reduzidos por meio de um template reestruturado e a realização de uma POC. Na fase de projeto, as etapas do método proposto incluíram uma apresentação sistematizada de todos os dados necessários para integração, utilizando um checklist desenvolvido para melhor mapeamento de todos os dados necessários e redução de possíveis retrabalhos, e, por fim, treinamentos detalhados sobre o software. Vale ressaltar que é imprescindível o envolvimento de um membro da TI em toda a fase de projeto.

A aplicação do MID pode minimizar os desafios de integração, permitindo que o projeto seja conduzido de forma ágil e dentro do cronograma pré-estabelecido. O método se apresenta como uma ferramenta robusta para auxiliar nesta atividade, pois utiliza um conjunto de ferramentas cruciais para a melhor compreensão de todas as partes envolvidas no processo. Dessa forma, a integração de dados deixa de ser um gargalo para as empresas que desenvolvem projetos de implantação APS, garantindo maior eficácia aos projetos.

Para estudos futuros, sugere-se a aplicação prática do MID em um novo projeto para validar sua eficácia e identificar oportunidades de aprimoramento. Além disso, novas pesquisas podem aprofundar aspectos técnicos da integração, como a frequência de atualizações e as dificuldades de mapeamento, e investigar a otimização da coordenação entre as áreas comercial e técnica. A análise da relação entre os objetivos comerciais e a execução de treinamentos e POCs é particularmente relevante, pois essa dinâmica pode influenciar diretamente a precisão do processo de integração.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. G. (2010). *Integração de sistemas de informação: uma proposta metodológica* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
- Bogéa, A. B. (2023). *Análise de dificuldades na implantação de softwares APS* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.
- Caxito, F. (2014). *Logística: um enfoque prático* (2^a ed.). Saraiva.
- Chaguri, L. F. (2022). *Indústria 4.0: uma revisão sobre os requisitos mínimos para sua implementação em indústrias de processos* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- Chiavenato, I. (2022). *Gestão da produção: Uma abordagem introdutória*. Grupo GEN. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559772865/>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2003). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, planejamento e operação*. Prentice Hall, São Paulo.
- Corrêa, H. L., GIANESI, I. G. N., & Caon, M. (2006). *Planejamento, programação e controle da produção* (4^a ed.). Atlas.
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56–58. <https://doi.org/10.1109/MIE.2014.2307222>
- Faé, C., & Erhart, A. (2009). Desafios e tendências na aplicação de sistemas APS. *Mundo Logística*, 10, 52–60.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. PricewaterhouseCoopers. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- Giacon, E., & Mesquita, M. A. (2011). Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: Um survey na indústria paulista. *Gestão & Produção*, 18(3), 487–498. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2011000300007>
- Goldratt, E. M., & Fox, R. E. (1989). *A corrida pela vantagem competitiva*. Editora Educador.
- Gonçalves, T. N. F. (2016). *Melhoria contínua em processos produtivos* (Dissertação de mestrado). Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Joaquin, R. C., & Caurin, G. A. P. (2018). Sistemas de integração de chão de fábrica. In *Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Maceió, AL, Brasil.
- Laurindo, F. J. B., et al. (2002). Selecionando uma aplicação de tecnologia da informação com enfoque na eficácia: Um estudo de caso de um sistema para PCP. *Gestão & Produção*, 9(3), 377–396.
- Liddel, M. (2010). *O Pequeno Livro Azul da Programação da Produção* (3^a ed.). Mandacaru.
- Lopes, C. B., Silva, R. H., & Rocha, W. A. (2013). Sistemas de produção MRP & MRP II. *REGRAD - Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM*, 6(1).
- Lustosa, L., Almeida, M. R. de, Paula, M. C. S. de, & Costa, R. de A. B. da. (2008). *Planejamento e controle da produção*. Elsevier.
- Martins, C. F. (2007). *Evolução funcional do planejamento e controle da produção: um estudo de múltiplos casos* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90642/246235.pdf>
- Meneghelo, G. C., & Martins, D. S. (2015). APS (advanced planning & scheduling) – a utilização do sistema de capacidade finita como diferencial competitivo. *REGRAD - Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM*, 8(1), 51–74. <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/965>
- Molina, C., & Resende, J. (2006). Atividades do planejamento e controle da produção (PCP). *Revista Científica Eletrônica de Administração*, (11). <https://revista.adm.br/ojs/index.php/Administracao-Eletronica/article/view/29>
- Moreira, D. A. (1996). *Administração da produção e operações* (2^a ed.). Pioneira.
- Schwab, K. (2016, 20 de janeiro). *Navigating the Fourth Industrial Revolution*. Biznews. <https://www.biznews.com/wef/2016/01/20/klaus-schwab-navigating-the-fourth-industrial-revolution>
- Siemens. (n.d.). *Opcenter APS*. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/pt/products/manufacturing-operations/opcenter-advanced-planning-and-scheduling/overview.html>
- Siemens. (2023). *Siemens Opcenter Advanced Planning and Scheduling*. IndX. https://www.indx.com/pt_br/product/siemens-opcenter-advanced-planning-and-scheduling-preactor-aps
- Silva, L. (2008). *Modernidade e desigualdades sociais*. Universidade Aberta.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2009). *Administração da produção* (3^a ed.). Atlas.
- Tanaka, E. D. O. (2007). *O desenvolvimento de uma escala de atitudes sociais em relação ao trabalho da*

pessoa com deficiência (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

Tecmaran. (2023). *Tecmaran - Consultoria e Planejamento*. <https://www.tecmaran.com.br/>

Torres, M. S., Oliveira, R. R., Leal, M. L., & Silva, J. V. C. (2003). Os benefícios da manufatura sincronizada: Uma aplicação prática em uma empresa metal-mecânica do setor de autopeças. In *Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Ouro Preto, MG, Brasil.

Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443–466. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>

Tubino, D. F. (2009). *Planejamento e controle da produção: Teoria e prática* (3^a ed.). Atlas.

Vieira, D. E., & Coelho, P. F. (2017). A importância do MRP no planejamento das empresas: Uma abordagem teórica. In *Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP*.

Vosburg, J., & Kumar, A. (2001). Managing dirty data in organizations using ERP: Lessons from a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 101(5), 448–461. <https://doi.org/10.1108/02686900110410492>

Warnier, J. (2002). *A mundialização da cultura*. Editorial Notícias.

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530-535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.08.017>

Zattar, C., & Sacchelli, C. M. (2002). Metodologia para implantação de um sistema de programação da produção com capacidade finita em empresas prestadoras de serviço. In *Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.