v7.n11.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

SISTEMA DE GESTÃO DE EXECUÇÃO LOCAL COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE GERENCIAL EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

LOCAL EXECUTION MANAGEMENT SYSTEM AS A MANAGEMENT CONTROL TOOL IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES

SISTEMA DE GESTIÓN DE EJECUCIÓN LOCAL COMO INSTRUMENTO DE CONTROL DE GESTIÓN EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

Leonardo Freire[1], Felipe Diniz Dalillo[1], Fabiana Florian[1]

https://doi.org/10.47820/recima21.v7i11.9647

PUBLICADO: 11/2026

RESUMO

As pequenas e médias empresas ocupam posição estruturante na economia brasileira, mas apresentam elevada taxa de descontinuidade, associada à deficiência de gestão e à ausência de informação organizada. A adoção de sistemas integrados de gestão por esse segmento esbarra em restrições de custo, agravadas pela migração do mercado para o modelo de assinatura em nuvem. Este trabalho desenvolveu e validou um protótipo de sistema de gestão de execução local voltado ao controle gerencial desse segmento. Trata-se de pesquisa aplicada e exploratória, de abordagem qualiquantitativa, cujo procedimento técnico foi o desenvolvimento de protótipo. O sistema, denominado Gestor Local, foi implementado em Python com uso exclusivo da biblioteca padrão e banco de dados embarcado SQLite, segundo arquitetura em quatro camadas e modelo relacional de treze tabelas. A validação ocorreu por vinte e dois testes automatizados, todos aprovados, e por simulação de cento e oitenta dias de operação de uma distribuidora. Os dez indicadores implementados, entre eles margem bruta, curva ABC, giro de estoque e projeção de caixa, foram apurados sem entrada de dados além da exigida pela operação corrente; a projeção antecipou em oito dias um saldo negativo, e o painel completo foi processado em 4,5 milissegundos. Os resultados, obtidos em ambiente simulado e ainda não verificados em operação real, indicam que a arquitetura local sustenta o conjunto de indicadores examinado quando registro operacional e apuração analítica compartilham a mesma base transacional, sem configurar equivalência funcional com soluções comerciais, de escopo mais amplo.

PALAVRAS-CHAVE: Banco de dados embarcado. Controle gerencial. Indicadores gerenciais. Pequenas e médias empresas. Sistemas de informação.

ABSTRACT

Small and medium-sized enterprises play a structural role in the Brazilian economy, yet they show a high discontinuity rate, associated with management deficiencies and the lack of organized information. The adoption of enterprise management systems by this segment faces cost constraints, aggravated by the market shift toward the cloud subscription model. This study developed and validated a prototype of a locally executed management system for the management control of this segment. It is an applied and exploratory study with a qualitative and quantitative approach, whose technical procedure was prototype development. The system, named Gestor Local, was implemented in Python using only the standard library and the SQLite embedded database, following a four-layer architecture and a relational model of thirteen tables. Validation was carried out through twenty-two automated tests, all of which passed, and through the simulation of one hundred and eighty days of operation of a distributor.

[1] Centro Universitário de Araraquara.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

The ten indicators implemented, including gross margin, ABC curve, inventory turnover and cash projection, were obtained without any data entry beyond that required by routine operation; the projection anticipated a negative balance eight days in advance, and the complete dashboard was processed in 4.5 milliseconds. The results, obtained in a simulated environment and not yet verified in real operation, indicate that the local architecture sustains the set of indicators examined when operational recording and analytical processing share the same transactional database, without constituting functional equivalence with commercial solutions, whose scope is broader.

KEYWORDS: *Embedded database. Information systems. Management control. Management indicators. Small and medium-sized enterprises.*

RESUMEN
Las pequeñas y medianas empresas ocupan una posición estructural en la economía brasileña, pero presentan una elevada tasa de discontinuidad, asociada a deficiencias de gestión y a la ausencia de información organizada. La adopción de sistemas integrados de gestión por este segmento enfrenta restricciones de costo, agravadas por la migración del mercado hacia el modelo de suscripción en la nube. Este trabajo desarrolló y validó un prototipo de sistema de gestión de ejecución local orientado al control de gestión de este segmento. La investigación, aplicada y exploratoria, de enfoque cualicuantitativo, consistió en el desarrollo de un prototipo. El sistema, denominado Gestor Local, fue implementado en Python con uso exclusivo de la biblioteca estándar y base de datos embebida SQLite, según una arquitectura en cuatro capas y un modelo relacional de trece tablas. La validación se realizó mediante veintidós pruebas automatizadas, todas aprobadas, y la simulación de ciento ochenta días de operación de una distribuidora. Los diez indicadores implementados, entre ellos margen bruto, curva ABC, rotación de inventario y proyección de caja, se obtuvieron sin ingreso de datos adicional al exigido por la operación corriente; la proyección anticipó en ocho días un saldo negativo, y el panel completo se procesó en 4,5 milisegundos. Los resultados, obtenidos en entorno simulado y no verificados en operación real, indican que la arquitectura local sostiene el conjunto de indicadores examinado cuando el registro operativo y el procesamiento analítico comparten la misma base transaccional, sin constituir equivalencia funcional con soluciones comerciales, de alcance más amplio.

PALABRAS CLAVE: *Base de datos embebida. Control de gestión. Indicadores de gestión. Pequeñas y medianas empresas. Sistemas de información.*

1. INTRODUÇÃO

A pequena e a média empresa ocupam posição estruturante na economia brasileira. Levantamentos do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2024) indicam que os pequenos negócios respondem por cerca de 95% das empresas do país e por aproximadamente seis em cada dez postos formais de trabalho criados no primeiro semestre daquele ano. Essa relevância econômica, entretanto, convive com fragilidade acentuada: segundo a pesquisa Demografia das Empresas e Estatísticas de Empreendedorismo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), das empresas nascidas em 2017 apenas 37,9% permaneciam ativas cinco anos depois.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

As causas do encerramento precoce são múltiplas, mas a literatura converge ao apontar a deficiência de gestão entre os fatores recorrentes. O SEBRAE (2021) registra que a falta de capital de giro e o baixo volume de vendas figuram entre os motivos mais citados pelos empresários que encerraram suas atividades — dificuldades que, em boa medida, se tornam visíveis apenas quando já é tarde para reagir. O que está em causa, portanto, não é somente a escassez de recursos, mas a ausência de informação organizada que permita antecipar a escassez.

É nesse ponto que a tecnologia da informação poderia atuar. Contudo, Mendes e Escrivão Filho (2002) demonstram que a adoção de sistemas integrados de gestão por empresas de pequeno porte ocorre sob restrições severas: o preço constitui o primeiro critério de seleção, a análise de retorno sobre o investimento raramente é realizada e a adequação do sistema às particularidades do negócio é preterida por ser onerosa. Duas décadas depois, a migração da indústria de software para o modelo de assinatura em nuvem deslocou o custo, mas não o eliminou: transformou o investimento inicial em despesa recorrente e acrescentou a dependência de conectividade permanente e a transferência dos dados operacionais para infraestrutura de terceiros.

O presente trabalho investiga uma alternativa a esse arranjo. Propõe-se que um sistema de execução estritamente local — instalado e operado no próprio computador da empresa, com banco de dados embarcado e sem componentes proprietários — seja capaz de entregar não apenas o registro das operações, mas a camada analítica que caracteriza o controle gerencial.

O objetivo geral do trabalho é desenvolver e validar um protótipo de sistema de gestão de execução local voltado ao controle gerencial de pequenas e médias empresas.

Como objetivos específicos, estabeleceram-se: (a) identificar, na literatura de contabilidade gerencial e de administração de materiais, o conjunto mínimo de indicadores pertinentes a esse porte de empresa; (b) modelar uma base de dados relacional capaz de sustentar esses indicadores a partir do registro operacional corrente; (c) implementar a apuração automática dos indicadores, dispensando digitação paralela em planilhas; (d) validar o comportamento das regras de negócio por meio de testes automatizados; e (e) avaliar o desempenho da solução em base de dados representativa de alguns meses de operação.

A relevância do tema apoia-se em três dimensões. Do ponto de vista social e econômico, qualquer redução na taxa de descontinuidade de pequenos negócios produz efeito direto sobre emprego e renda, sobretudo em municípios de médio porte, nos quais esses estabelecimentos concentram a atividade econômica local. Do ponto de vista científico, a produção acadêmica sobre sistemas de gestão concentra-se predominantemente em grandes corporações —

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

limitação já assinalada por Mendes e Escrivão Filho (2002) e que permanece atual —, restando lacuna quanto a arquiteturas dimensionadas para a realidade de recursos escassos. Do ponto de vista acadêmico, o trabalho articula conteúdos de banco de dados, engenharia de software e contabilidade gerencial em um artefato único e verificável, aproximando a formação em Sistemas de Informação de um problema concreto de gestão.

A questão de pesquisa investigada é a seguinte: é possível que um sistema de execução estritamente local, construído sem dependências proprietárias e sem custo de licença, produza, para uma pequena ou média empresa, o conjunto de indicadores de controle gerencial usualmente associado a soluções comerciais de maior porte?

A hipótese de trabalho sustenta que sim, desde que o registro operacional e a apuração analítica compartilhem a mesma base transacional. Sob essa condição, o custo marginal de produzir informação gerencial tende a zero, porque os dados necessários já são inseridos no curso normal da operação: o esforço adicional do usuário é nulo, e a diferença reside na modelagem e não no volume de digitação.

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, por gerar conhecimento dirigido à solução de um problema específico. Quanto aos objetivos, é exploratória, uma vez que a arquitetura proposta dispõe de literatura escassa no recorte das pequenas empresas. Quanto à abordagem, é qualiquantitativa: qualitativa na análise das decisões de projeto e de suas implicações gerenciais, quantitativa na aferição de resultados de testes e de tempos de processamento.

O procedimento técnico adotado foi o desenvolvimento de protótipo, precedido de pesquisa bibliográfica em livros de contabilidade gerencial, administração de materiais e engenharia de software, bem como em artigos científicos obtidos nas bases SciELO e Google Acadêmico. A coleta de dados para validação ocorreu por dois instrumentos. O primeiro consistiu em uma suíte de testes automatizados, escrita com a biblioteca padrão da linguagem, exercitando individualmente cada regra de negócio. O segundo consistiu na geração de massa de dados simulando cento e oitenta dias de operação de uma distribuidora de material de escritório, com semente aleatória fixa, de modo a assegurar a reprodutibilidade dos resultados. A análise dos dados foi realizada pela comparação entre os valores esperados analiticamente e os valores apurados pelo sistema, e pela medição dos tempos de resposta das consultas analíticas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Controle gerencial e sistema de informação contábil

Anthony e Govindarajan (2008) tratam o controle gerencial como o processo pelo qual os gestores influenciam os demais membros da organização a implementar suas estratégias. Trata-se, portanto, de um processo que pressupõe mensuração: não há influência sistemática sobre o comportamento organizacional sem parâmetros que permitam comparar o desempenho obtido àquele planejado. Os autores distinguem o controle gerencial tanto da formulação estratégica, mais ampla e menos estruturada, quanto do controle de tarefas, restrito à execução de atividades individuais.

Padoveze (2010) desenvolve perspectiva complementar ao caracterizar a contabilidade gerencial como sistema de informação contábil, isto é, como estrutura voltada a atender às necessidades informacionais dos responsáveis pela gestão da entidade. O autor sublinha que a qualidade gerencial de um sistema contábil não decorre da quantidade de relatórios que produz, mas de sua capacidade de suprir o controle operacional, patrimonial, econômico e financeiro de maneira articulada. Essa observação é decisiva para o presente trabalho: um sistema que registre vendas sem apurar simultaneamente o custo das mercadorias vendidas não constitui instrumento gerencial, ainda que apresente relatórios numerosos.

Laudon e Laudon (2014) situam essa discussão no campo dos sistemas de informação, distinguindo os sistemas de processamento de transações, orientados ao registro das operações rotineiras, dos sistemas de informação gerencial, orientados ao fornecimento de sínteses periódicas para o nível gerencial. A arquitetura proposta neste trabalho pretende justamente reduzir a distância entre essas duas categorias, fazendo com que a segunda derive automaticamente da primeira.

2.2. Indicadores de apoio à decisão

A seleção dos indicadores obedeceu ao critério de pertinência ao porte estudado. Dias (2009) apresenta a classificação ABC como instrumento central da administração de estoques, fundamentada na constatação de que uma fração reduzida dos itens responde pela maior parte do valor movimentado. A aplicação do princípio ao faturamento permite hierarquizar a atenção comercial e a política de reposição, concentrando esforço administrativo nos itens que efetivamente sustentam a receita. O mesmo autor discute o giro de estoque como medida da velocidade com que o capital investido em mercadorias retorna à empresa, indicador particularmente sensível em negócios cujo capital de giro é limitado.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

No campo financeiro, adotou-se a margem bruta, obtida pela diferença entre a receita líquida e o custo das mercadorias vendidas, apurado pelo método do custo médio ponderado móvel. Padoveze (2010) observa que a confiabilidade de qualquer análise de rentabilidade depende diretamente da consistência do critério de custeio adotado, razão pela qual o custo vigente no momento da venda deve ser preservado no registro da própria transação.

Acrescentou-se ainda a projeção de fluxo de caixa a partir dos títulos em aberto, escolhida por sua natureza prospectiva. Enquanto os demais indicadores descrevem o que ocorreu, a projeção informa o que está prestes a ocorrer, característica coerente com a constatação do SEBRAE (2021) de que a falta de recursos financeiros figura entre as principais razões de encerramento de atividades.

2.3. Sistemas integrados de gestão e a realidade da pequena empresa

Souza e Zwicker (2000) definem os sistemas integrados de gestão como pacotes comerciais concebidos para atender à maioria das operações de uma empresa, cuja integração decorre do compartilhamento de informações em base de dados única. Os benefícios usualmente atribuídos a essa arquitetura — eliminação de redundância, consistência dos dados e disponibilidade em tempo real — derivam menos da amplitude funcional do pacote do que dessa unicidade da base.

A pesquisa de campo conduzida por Mendes e Escrivão Filho (2002) junto a dez pequenas empresas oferece o contraponto empírico. Os autores verificaram que essas organizações reconhecem os benefícios da base única e da integração entre áreas, mas selecionam o sistema tendo o preço como primeiro critério, conduzem a implantação internamente com equipe reduzida e não realizam análise prévia de seus processos. Registraram, ainda, que a resistência dos funcionários — dificuldade pouco tratada na literatura consultada pelos autores — foi a barreira mais citada pelas empresas, frequentemente associada à insuficiência de treinamento.

Duas conclusões desse estudo orientaram diretamente as decisões de projeto aqui relatadas. A primeira é a de que a pequena empresa, sem recursos para adequar o sistema às suas particularidades, acaba adaptando-se ao sistema, o que impõe ao desenvolvedor a responsabilidade de reduzir ao mínimo a distância entre o software e a prática corrente do negócio. A segunda é a de que o custo total de adoção não se resume à aquisição: consultoria, customização e treinamento compõem parcela substancial do investimento. Uma arquitetura que dispense servidor, administrador de banco de dados e licenças atua precisamente sobre esses componentes.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.4. Bancos de dados embarcados e arquitetura de execução local

Um banco de dados embarcado executa no mesmo processo da aplicação, dispensando servidor dedicado e configuração prévia. A documentação técnica do SQLite (SQLITE, 2025) esclarece que o projeto não pretende competir com sistemas gerenciadores cliente-servidor de grande porte, mas substituir o acesso direto a arquivos, oferecendo, em contrapartida, transações com as propriedades de atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade. A mesma fonte registra o uso do formato como arquivo de aplicação em programas de escrituração e de análise financeira, e indica a interface de cópia de segurança como mecanismo próprio para gerar réplicas consistentes.

Do ponto de vista da engenharia de software, a separação em camadas segue orientação consolidada. Sommerville (2018) discute a arquitetura em camadas como padrão que favorece a substituição independente de componentes e o teste isolado de cada nível. Aplicada ao presente caso, essa organização permite que as regras de negócio sejam verificadas sem a abertura da interface gráfica, condição necessária para a estratégia de validação descrita adiante.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Arquitetura do sistema

O protótipo, denominado Gestor Local, foi implementado na linguagem Python, versão 3.10 ou superior, utilizando exclusivamente módulos da biblioteca padrão. Essa restrição foi deliberada: a instalação do interpretador oficial disponibiliza, simultaneamente, o motor de banco de dados SQLite e a biblioteca gráfica Tkinter, de modo que a implantação na empresa não exige *download* de componentes adicionais nem privilégios administrativos particulares. O código-fonte totaliza 3.653 linhas, distribuídas em quatro camadas.

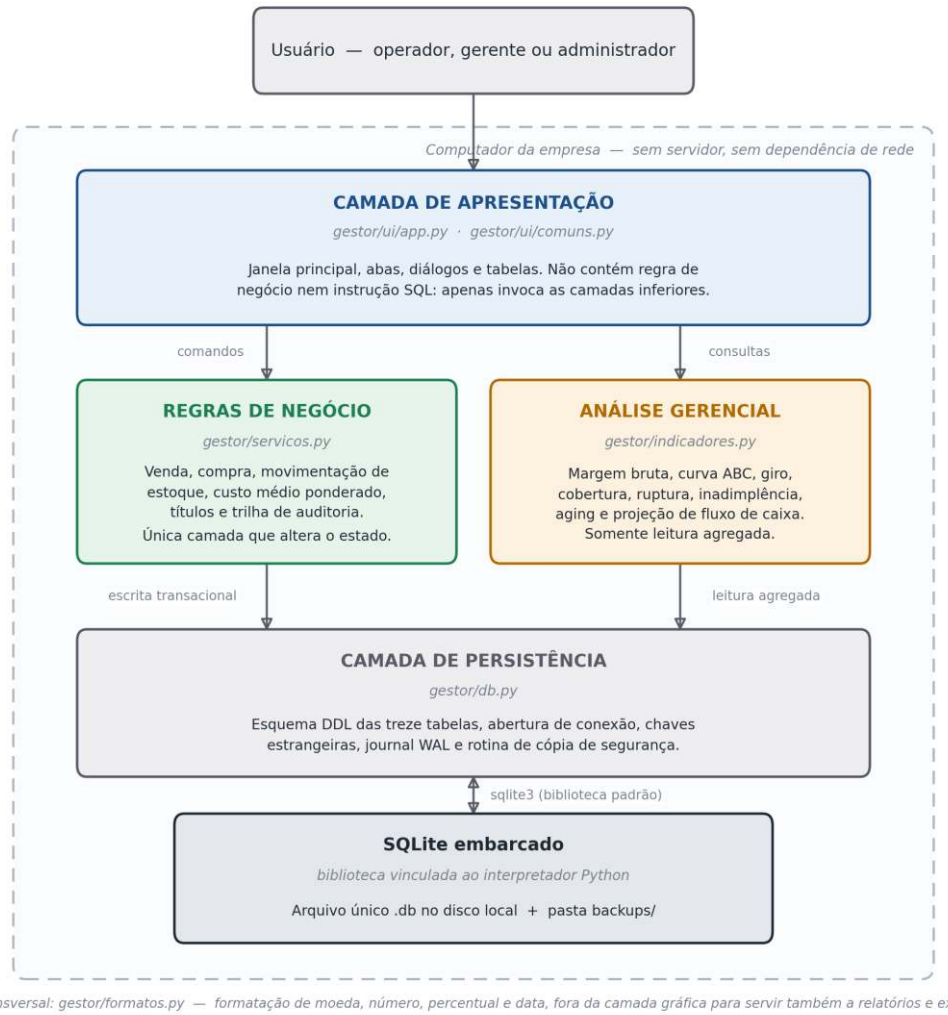
A camada de persistência concentra a definição do esquema, a abertura de conexões e as rotinas de cópia de segurança. A camada de regras de negócio implementa as operações de venda, compra, movimentação de estoque e liquidação de títulos, sendo a única autorizada a alterar o estado do banco. A camada analítica agrega as consultas que produzem os indicadores gerenciais. A camada de apresentação, construída em Tkinter, limita-se a invocar as duas anteriores, não contendo regra de negócio nem instrução SQL.

A Figura 1 apresenta essa organização na forma de uma visão de camadas. Cada bloco corresponde a um módulo do código-fonte, e as setas indicam a direção das dependências, sempre descendente: a apresentação conhece as camadas de negócio e de análise, que por

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

sua vez conhecem a persistência, sem que a relação inversa exista em qualquer ponto. A moldura tracejada delimita o computador da própria empresa e explicita que nenhuma camada recorre a serviço externo.

Figura 1. Arquitetura em camadas do sistema



Fonte: Os autores (2026).

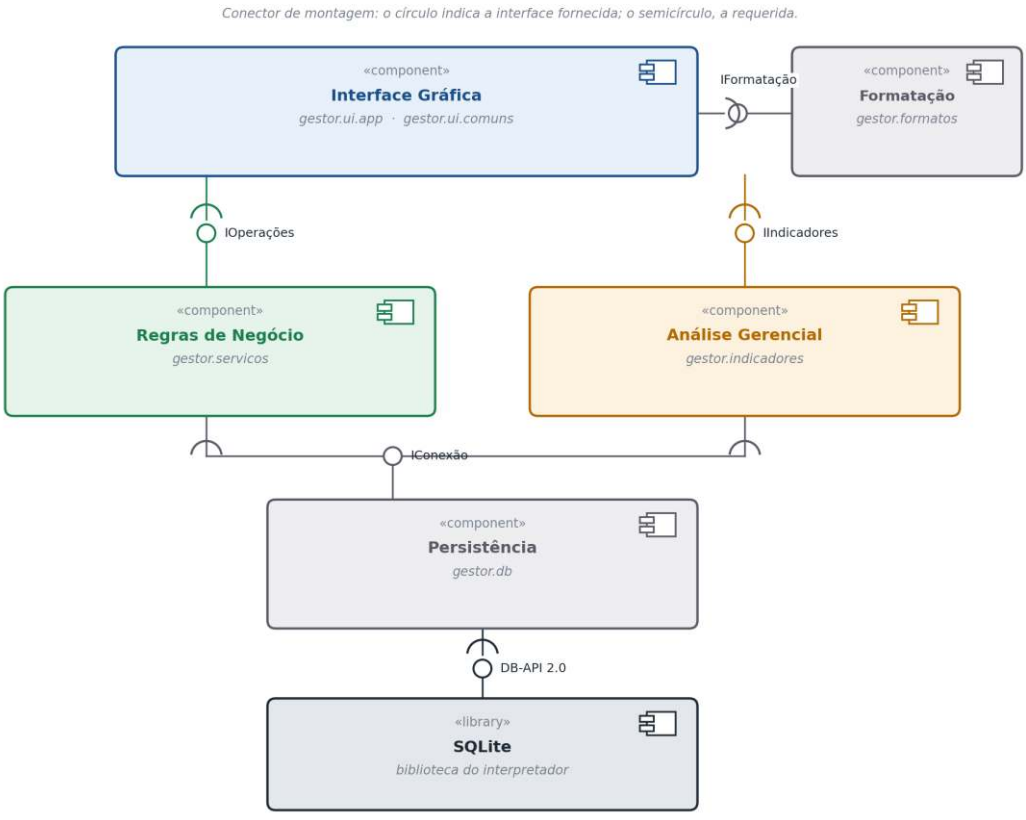
A unidirecionalidade das dependências não é um requisito estético. É ela que viabiliza a estratégia de validação descrita na seção 4.2: como as regras de negócio desconhecem a camada de apresentação, podem ser exercitadas por testes automatizados sem que a interface gráfica seja aberta. Pelo mesmo motivo, a substituição do banco embarcado por um gerenciador cliente-servidor, discutida na seção 4.6, ficaria restrita à camada de persistência.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A visão de camadas responde pela organização lógica, mas não esgota a descrição arquitetural. Kruchten (1995) argumenta que uma arquitetura deve ser documentada por visões complementares, cada uma dirigida a uma preocupação distinta, em vez de um diagrama único que tente representar simultaneamente estrutura, código e distribuição física. Seguindo essa orientação, acrescentam-se três modelos em notação UML: o de componentes, que explicita as interfaces entre as partes; o de pacotes, que descreve a organização do código; e o de implantação, que situa os artefatos no equipamento.

A Figura 2 apresenta o diagrama de componentes. Cada componente publica as interfaces que oferece, representadas pelo círculo, e consome aquelas de que depende, representadas pelo semicírculo. A interface IConexão é fornecida pela persistência e requerida tanto pelas regras de negócio quanto pela análise gerencial, o que evidencia que o acesso ao banco é único: não existe caminho alternativo pelo qual a interface gráfica alcance os dados sem passar por uma dessas duas camadas.

Figura 2. Diagrama de componentes do sistema

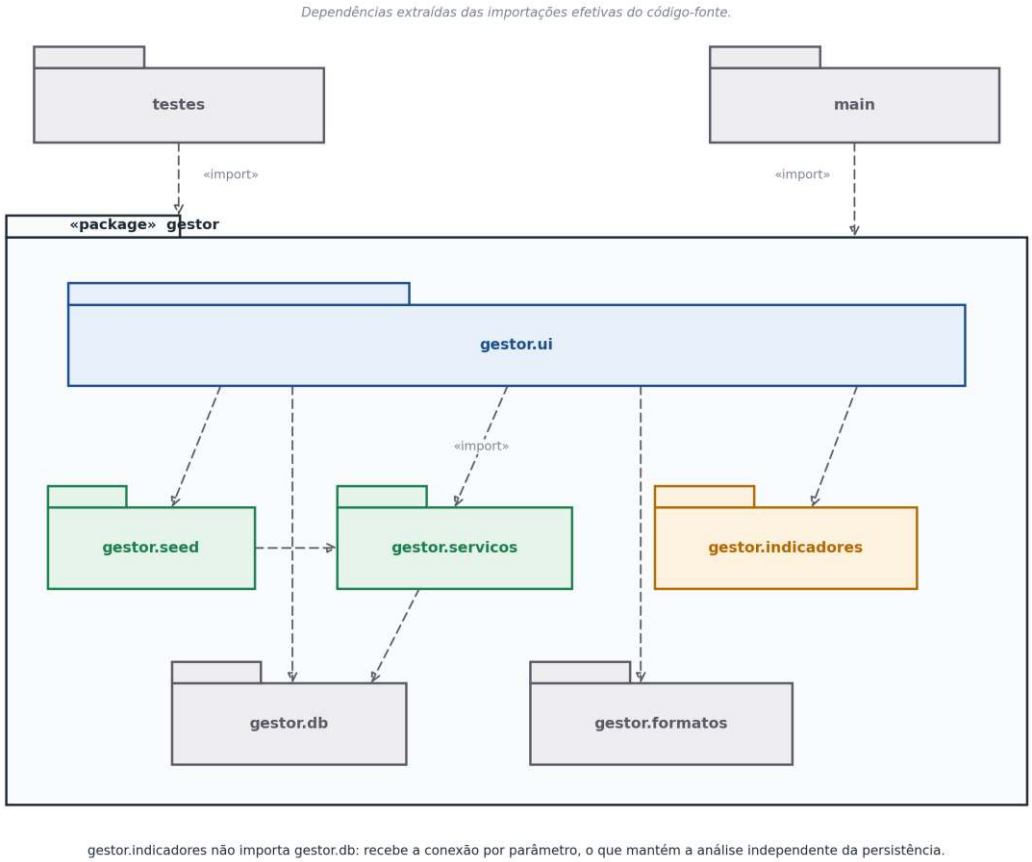


Fonte: Os autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A Figura 3 descreve a organização do código em pacotes, com as dependências de importação extraídas do próprio código-fonte. O modelo revela uma propriedade que a visão de camadas não torna explícita: o pacote gestor.indicadores não importa gestor.db. A camada analítica recebe a conexão como parâmetro, em vez de obtê-la por conta própria, o que a mantém independente da forma como a conexão é estabelecida e permite exercitá-la, nos testes, sobre bases temporárias.

Figura 3. Diagrama de pacotes do sistema



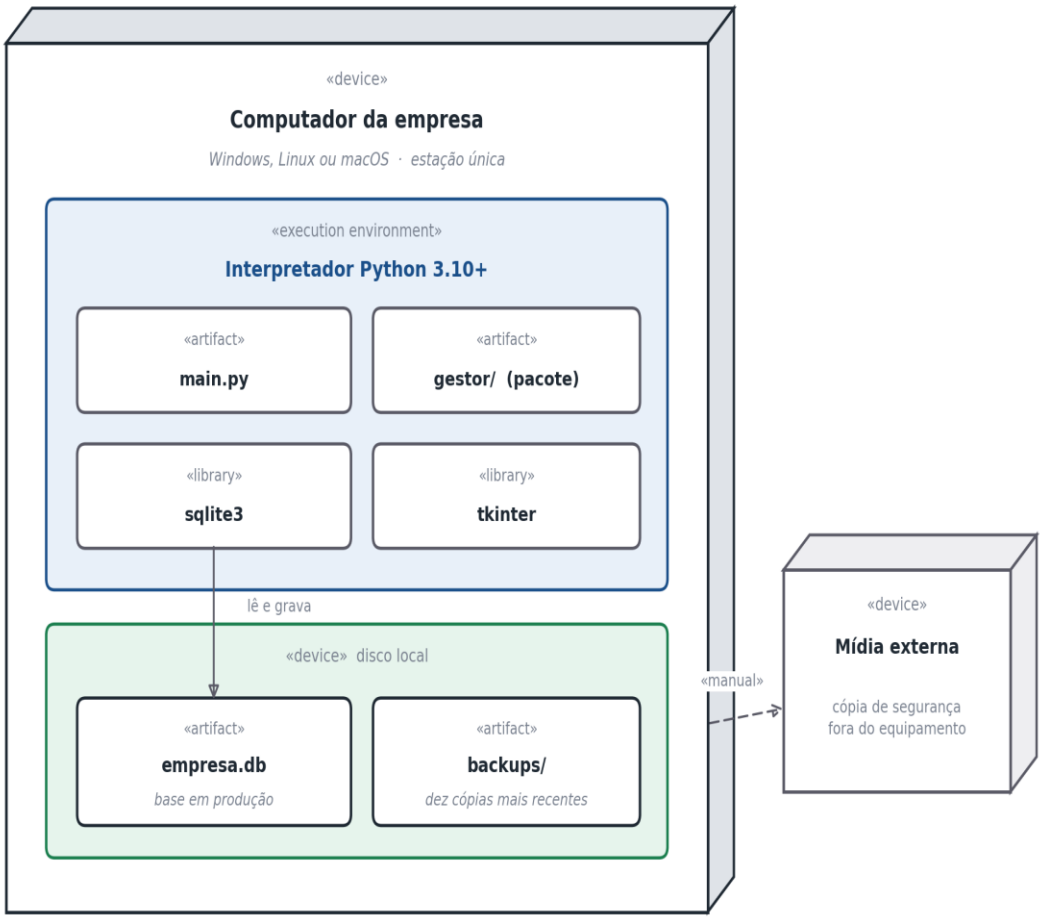
Fonte: Os autores (2026).

A Figura 4 apresenta o diagrama de implantação, que é a visão de maior relevância para a hipótese deste trabalho. Todo o sistema reside em um único nó: o interpretador Python hospeda a aplicação e, vinculadas a ele, as bibliotecas sqlite3 e tkinter; o arquivo de banco de dados e as cópias de segurança ocupam o disco do mesmo equipamento. Não há nó servidor, não há conexão de rede e, por consequência, não há componente cuja indisponibilidade impeça a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

operação da empresa. A única transferência prevista para fora do equipamento é a cópia de segurança em mídia externa, de natureza manual.

Figura 4. Diagrama de implantação do sistema



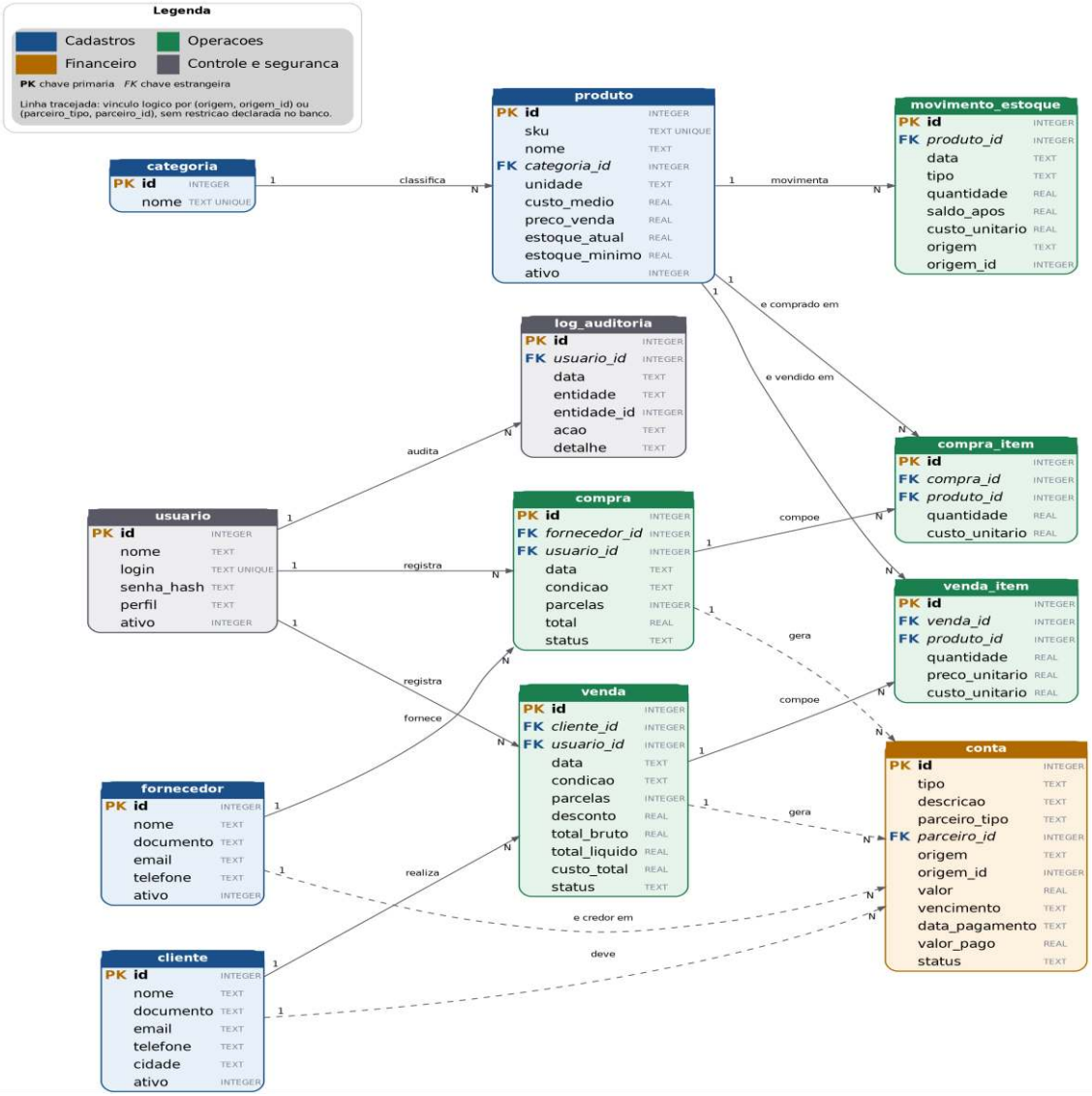
Fonte: Os autores (2026).

3.2. Modelo de dados

O modelo relacional compreende treze tabelas, organizadas em quatro conjuntos funcionais: cadastros, operações, financeiro e controle. A Figura 5 apresenta o diagrama de entidade-relacionamento correspondente.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 5. Diagrama de entidade-relacionamento do sistema



Fonte: Os autores (2026).

Duas decisões de modelagem merecem registro. A primeira refere-se ao armazenamento do custo unitário na própria linha do item vendido. Como o custo médio ponderado é recalculado a cada entrada de mercadoria, a apuração da margem de períodos encerrados tornar-se-ia instável caso o cálculo recorresse ao custo corrente do produto; a preservação do custo vigente no instante da venda assegura que relatórios de períodos passados permaneçam estáveis.

A segunda diz respeito à tabela de títulos financeiros, que registra tanto contas a receber quanto contas a pagar. O vínculo com a contraparte e com a operação de origem é estabelecido por um par de campos que identifica o tipo e o identificador do registro relacionado, solução

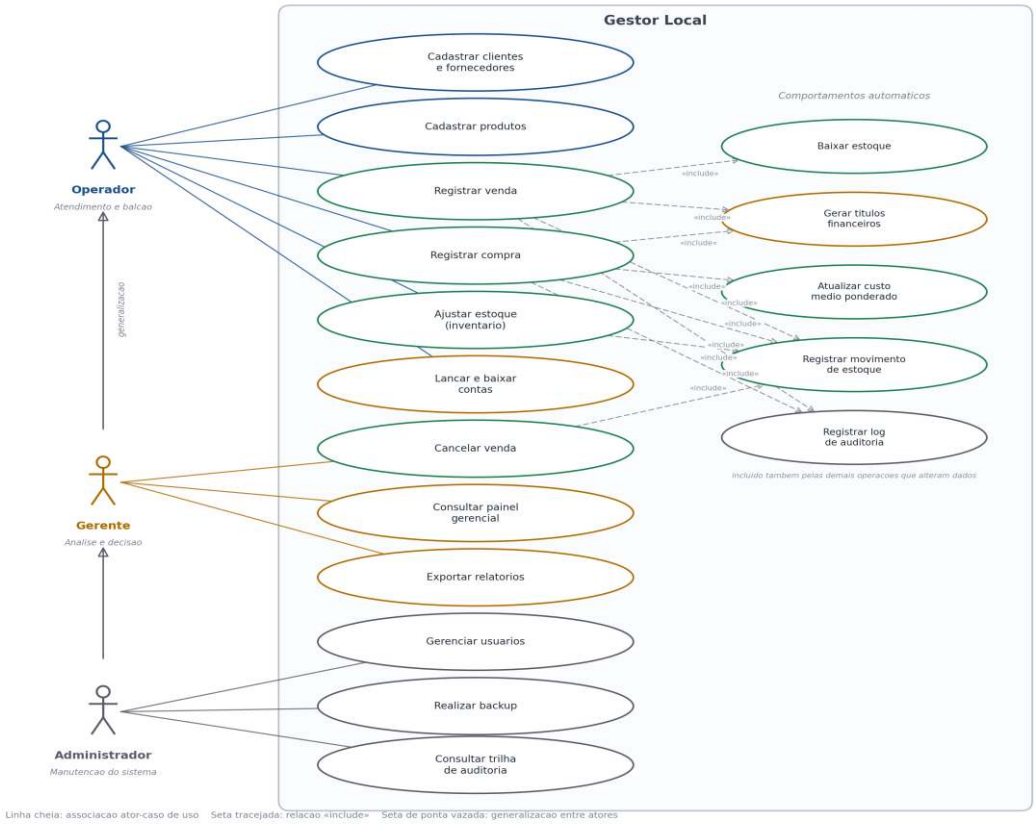
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

representada por linhas tracejadas na Figura 5. Trata-se de simplificação assumida: o arranjo reduz a duplicação de estruturas equivalentes, mas transfere ao código a responsabilidade pela integridade desse vínculo, que deixa de ser garantida pelo próprio banco de dados.

3.3. Funcionalidades e perfis de usuário

As funcionalidades foram organizadas segundo três perfis de usuário, relacionados por generalização: o operador responde pelo registro das operações cotidianas, o gerente acrescenta as atividades de análise e o administrador incorpora as tarefas de manutenção do sistema. A Figura 6 apresenta o diagrama de casos de uso.

Figura 6. Diagrama de casos de uso do sistema



Fonte: Os autores (2026).

A coluna situada à direita do diagrama concentra os comportamentos executados automaticamente pelo sistema. O registro de uma venda não se limita a gravar o documento: desencadeia a baixa do estoque, a escrituração do movimento correspondente, a geração dos títulos a receber conforme a condição de pagamento e o lançamento na trilha de auditoria. É

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

essa cadeia de efeitos que torna desnecessária a digitação paralela em planilhas e, consequentemente, viabiliza a apuração dos indicadores sem esforço adicional do usuário.

3.4. Camada de indicadores gerenciais

A camada analítica reúne dez indicadores, apurados diretamente sobre a base transacional. O Quadro 1 sintetiza sua formulação e a finalidade gerencial atribuída a cada um.

Quadro 1. Indicadores implementados e respectiva formulação

Indicador	Formulação adotada	Finalidade gerencial
Margem bruta	(Receita líquida − CMV) ÷ Receita líquida	Avaliar a rentabilidade das operações do período
Ticket médio	Receita líquida ÷ número de vendas	Acompanhar o comportamento de compra do cliente
Curva ABC	Participação acumulada no faturamento: A até 80%, B até 95%, C demais	Hierarquizar itens por relevância comercial
Margem por produto	(Receita − custo) ÷ receita, por item	Identificar itens de baixa contribuição
Giro de estoque	CMV do período ÷ valor do estoque ao custo médio	Medir a velocidade de retorno do capital em mercadorias
Cobertura de estoque	Valor do estoque ÷ CMV diário médio	Estimar a autonomia do estoque em dias
Ruptura	Itens com saldo igual ou inferior ao mínimo	Antecipar a falta de mercadoria
Inadimplência	Títulos a receber vencidos ÷ total a receber	Dimensionar o risco de crédito concedido
Aging de recebíveis	Distribuição dos títulos por faixa de atraso	Qualificar a inadimplência por gravidade
Projeção de caixa	Agregação semanal dos títulos em aberto por vencimento	Antecipar insuficiência de recursos

Fonte: Os autores (2026).

Cabe observar a formulação adotada para a classificação ABC. A fronteira entre as classes é determinada pelo percentual acumulado anterior à inclusão do item, e não pelo percentual posterior. A escolha decorre da convenção segundo a qual o item que atravessa o limite dos oitenta por cento ainda pertence à classe A; a formulação alternativa produz resultado incorreto em catálogos reduzidos, como se detalha na seção 4.2.

3.5. Integridade transacional, segurança e continuidade

As operações de venda e de compra promovem múltiplas escritas no documento, nos itens, no saldo do produto, no histórico de movimentação e nos títulos financeiros. Essas escritas são

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

delimitadas por transação explícita, de modo que uma falha em qualquer ponto da sequência provoque o desfazimento integral da operação. Sem esse cuidado, uma interrupção intermediária poderia produzir baixa de estoque sem venda correspondente, corrompendo silenciosamente a base sobre a qual todos os indicadores são calculados.

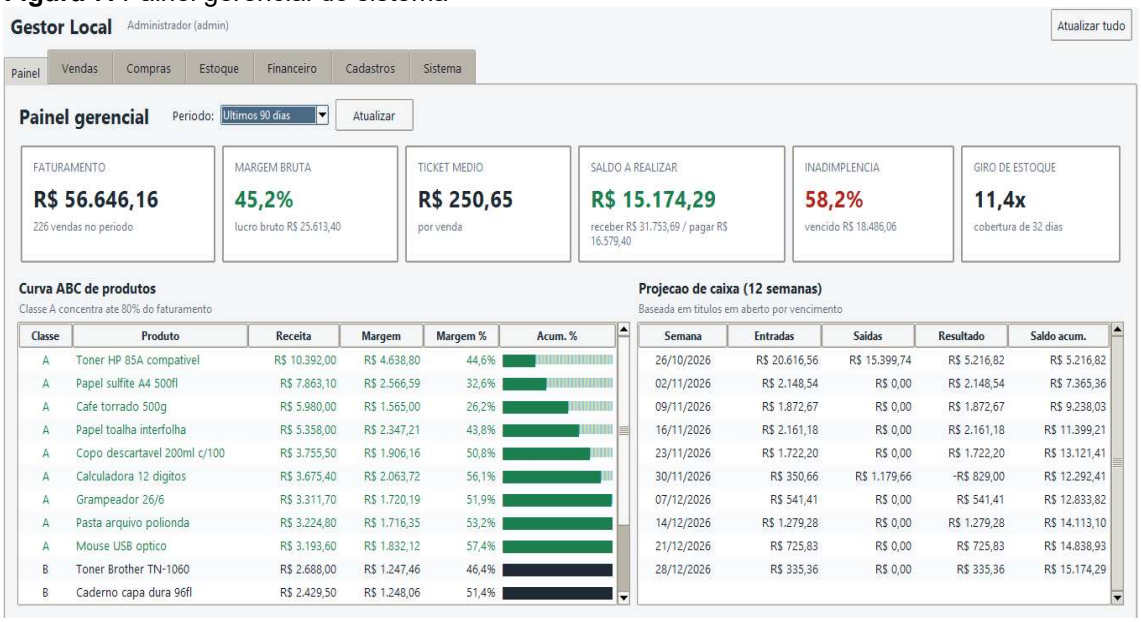
No plano da segurança, as credenciais de acesso são armazenadas sob função de resumo criptográfico, nunca em texto claro, e toda operação que altera o estado do sistema gera registro em trilha de auditoria contendo usuário, data, entidade afetada e ação executada. A continuidade é tratada por rotina de cópia de segurança que emprega a interface própria do SQLite, gerando réplica consistente mesmo com o sistema em uso, com execução automática no encerramento da aplicação e retenção das dez cópias mais recentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. O sistema desenvolvido

O protótipo resultante organiza-se em sete abas, correspondentes aos conjuntos funcionais do modelo de dados: painel, vendas, compras, estoque, financeiro, cadastros e sistema. A aba inicial é o painel gerencial, que reúne em uma única tela os indicadores do período selecionado, a curva ABC, a projeção semanal de caixa e a lista de alertas operacionais, dispensando a emissão de relatórios separados para a leitura do desempenho corrente.

Figura 7. Painel gerencial do sistema

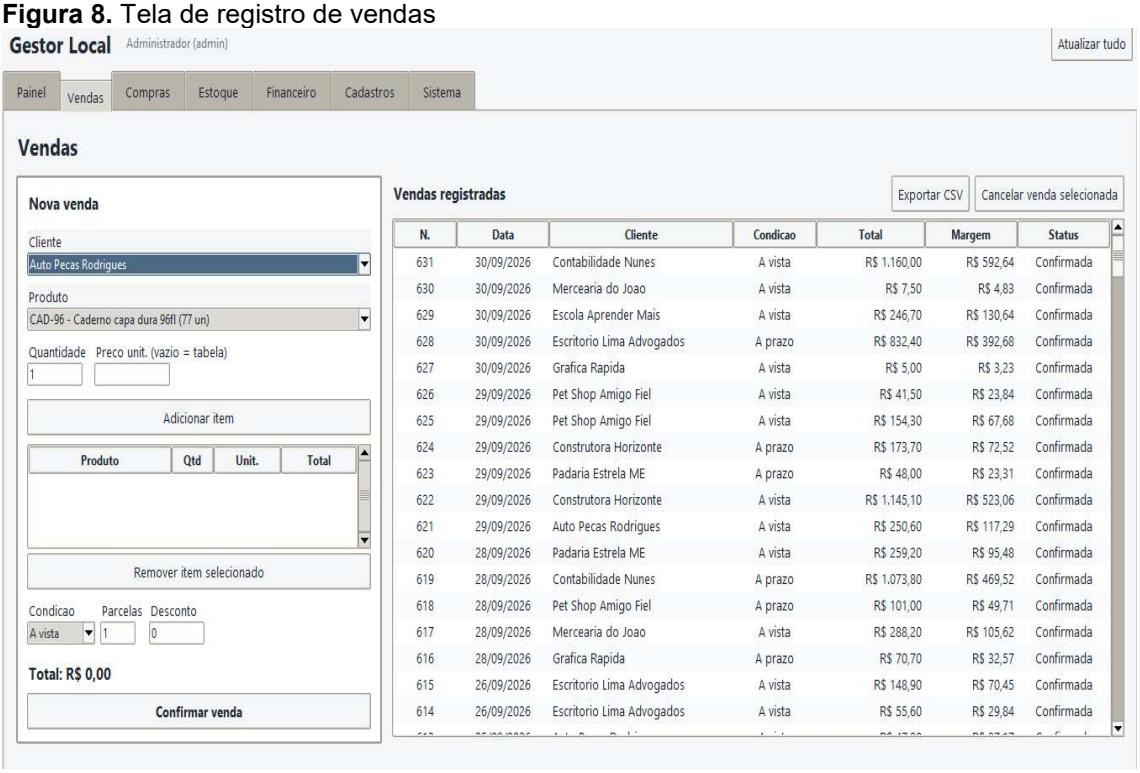


Fonte: Os autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O registro das operações segue a lógica descrita na seção 3.3. Na aba de vendas, o operador seleciona o cliente, adiciona os itens e define a condição de pagamento; ao confirmar, o sistema valida a disponibilidade, baixa o estoque, congela o custo vigente, gera os títulos a receber e registra a ocorrência na trilha de auditoria, tudo em uma única transação. A listagem à direita apresenta o histórico com a margem apurada por venda, de modo que o efeito gerencial do lançamento fica visível no mesmo momento do registro.

Figura 8. Tela de registro de vendas



Fonte: Os autores (2026).

A aba de sistema expõe o caminho do arquivo de banco de dados, o tamanho ocupado, a trilha de auditoria e os comandos de cópia de segurança. Sua função no conjunto é tornar verificável a premissa da arquitetura: o usuário identifica, a qualquer momento, onde seus dados estão fisicamente armazenados, o que não ocorre em soluções hospedadas por terceiros.

4.2. Validação funcional

A validação das regras de negócio foi conduzida por vinte e dois testes automatizados, organizados em cinco categorias e executados sem a abertura da interface gráfica, conforme o Quadro 2. A totalidade dos testes foi aprovada, com tempo de execução inferior a um segundo, o que permite reexecutá-los a cada alteração do código.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 2. Testes automatizados por categoria

Categoria	Testes	Comportamentos verificados
Estoque	6	Entrada por compra, custo médio ponderado, baixa por venda, recusa de venda sem saldo, atomicidade da transação e registro de ajuste de inventário
Financeiro	4	Geração de título quitado em venda à vista, parcelamento em venda a prazo, impedimento de baixa duplicada e cálculo da inadimplência
Indicadores	4	Margem bruta e *ticket* médio, classificação ABC, detecção de ruptura e estorno por cancelamento
Segurança	4	Autenticação, armazenamento da senha sob resumo criptográfico, registro em trilha de auditoria e integridade da cópia de segurança
Cadastro	4	Edição de produto com preservação do saldo e do custo médio, recusa de SKU duplicado, obrigatoriedade de campos e registro da alteração na trilha de auditoria

Fonte: Os autores (2026).

Convém relatar um episódio ocorrido durante essa etapa, por seu valor metodológico. O teste de classificação ABC reprovou a primeira implementação: em um catálogo composto por dois itens, o produto responsável por praticamente toda a receita foi classificado na categoria C. A causa era a comparação do percentual acumulado depois da inclusão do próprio item, e não antes. O defeito seria de difícil percepção em inspeção visual de bases extensas, nas quais a classificação permanece plausível, e demonstra o papel da verificação automatizada na detecção de erros silenciosos de lógica.

4.3. Simulação de operação

A segunda etapa de validação consistiu na geração de base simulando cento e oitenta dias de operação de uma distribuidora de material de escritório, com quinze produtos, dez clientes e quatro fornecedores. O processo gerou 670 vendas, 1.475 itens vendidos, 1.526 movimentos de estoque e 1.078 títulos financeiros, resultando em arquivo de banco de dados de 560 quilobytes. A Tabela 1 apresenta os indicadores apurados para os noventa dias finais.

Tabela 1. Indicadores apurados na base simulada (período de 90 dias)

Indicador	Valor	Unidade
Faturamento do período	89.290,14	R$
Custo das mercadorias vendidas	49.004,17	R$
Lucro bruto	40.285,97	R$
Margem bruta	45,1	%
Ticket médio	267,34	R$

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Indicador	Valor	Unidade
Vendas registradas	334	unidades
Contas a receber em aberto	26.687,35	R$
Contas a pagar em aberto	18.010,33	R$
Inadimplência sobre recebíveis	23,3	%
Giro de estoque anualizado	30,5	vezes
Cobertura de estoque	12	dias
Itens em ruptura	7	produtos

Fonte: Os autores (2026).

O resultado de maior interesse gerencial, contudo, não figura entre os valores agregados. A projeção semanal de caixa apontou saldo negativo de R$ 2.355,85 para a terceira semana do horizonte projetado, decorrente da concentração de vencimentos de compras a prazo em uma única semana. A informação foi produzida oito dias antes da ocorrência, prazo compatível com medidas corretivas como a renegociação de prazos ou a antecipação de recebíveis. Em controle baseado em anotações manuais, essa concentração tende a ser percebida apenas no momento do pagamento.

A classificação ABC atribuiu nove dos quinze produtos à classe A, concentração que reflete a diversidade reduzida do catálogo simulado. Verificou-se ainda a ocorrência de itens com elevada participação no faturamento e margem inferior à média: o item de maior receita apresentou margem de 42,8%, enquanto itens de receita intermediária alcançaram 58,0%, situação que ilustra a insuficiência do faturamento como critério isolado de decisão comercial e justifica a apuração conjunta dos dois indicadores.

4.4. Desempenho

Os tempos de resposta foram medidos sobre a base simulada, em computador pessoal comum, pela média de vinte execuções consecutivas. A apuração da curva ABC demandou 0,4 milissegundo; a projeção de fluxo de caixa, 1,6 milissegundo; e o painel gerencial completo, que agrega todos os indicadores, 4,5 milissegundos. Os valores confirmam que, no volume de dados característico do porte estudado, o banco de dados embarcado não constitui limitação de desempenho, sendo a percepção de lentidão em sistemas desse segmento mais atribuível à modelagem e à ausência de índices do que à escolha do motor de armazenamento.

4.5. Discussão

Os resultados sustentam a hipótese formulada. A totalidade dos indicadores relacionados no Quadro 1 foi obtida sem qualquer entrada de dados além daquela exigida pela operação

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

corrente, o que confirma que o custo marginal de produzir informação gerencial se aproxima de zero quando registro e análise compartilham a mesma base transacional.

O confronto com Mendes e Escrivão Filho (2002) permite duas observações. Os autores identificaram o preço como primeiro critério de seleção adotado pelas pequenas empresas; a arquitetura aqui proposta responde a essa restrição ao eliminar licença de software, servidor dedicado e administração de banco de dados. Por outro lado, os mesmos autores apontaram a resistência dos funcionários como barreira mais citada pelas empresas pesquisadas, dificuldade sobre a qual nenhuma decisão arquitetural exerce efeito. Este trabalho não produz evidência quanto a esse aspecto, que permanece dependente de treinamento e de condução organizacional.

Cabe também delimitar o alcance da proposta. A arquitetura local não se opõe aos sistemas integrados descritos por Souza e Zwicker (2000), nem pretende substituí-los em contextos de maior complexidade. O argumento sustentado é o de que existe uma faixa de empresas — aquelas cuja operação é registrada hoje em cadernos ou planilhas isoladas — para a qual a alternativa realista não é o pacote comercial, mas a ausência de sistema. Para essa faixa, a solução local representa ganho informacional substantivo a custo praticamente nulo.

4.6. Limitações

A principal limitação metodológica reside na natureza da validação e restringe o alcance das conclusões. Os dados utilizados foram simulados, e não coletados em empresa real; embora a simulação incorpore sazonalidade, vendas a prazo e inadimplência, não reproduz a variabilidade do comportamento humano no preenchimento dos registros, fator que a literatura identifica como determinante da confiabilidade da informação. O cenário reproduz um único ramo de atividade, com catálogo reduzido e volume compatível com uma estação de trabalho, de modo que nem os tempos de resposta nem o comportamento dos indicadores podem ser extrapolados para outros portes, setores ou volumes de dados. Não foram conduzidos testes de usabilidade com operadores nem avaliação da efetiva utilização dos indicadores em decisões reais: os resultados dizem respeito ao comportamento do artefato, e não à sua eficácia gerencial em campo.

No plano da segurança, o protótipo atende a requisitos elementares, mas permanece aquém do exigível de um sistema em produção. As senhas são armazenadas sob função de resumo criptográfico sem sal individual, esquema vulnerável a ataques por tabelas pré-computadas, sendo recomendável substituí-lo por função de derivação com fator de trabalho ajustável. Os perfis de usuário estão previstos no modelo de dados, mas as restrições de acesso correspondentes não foram aplicadas na interface, de modo que qualquer usuário autenticado

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

alcança todas as funcionalidades. O arquivo de banco de dados não é cifrado em repouso, e o acesso físico ao equipamento dá acesso integral ao seu conteúdo, situação que também situa a solução aquém das salvaguardas esperadas no tratamento de dados pessoais. Por fim, a rotina de cópia de segurança grava no mesmo equipamento e não protege contra furto, sinistro ou falha do disco, salvo quando o operador transfere as cópias para mídia externa, tarefa que permanece manual.

Quanto à aplicabilidade prática, o sistema não emite documentos fiscais eletrônicos, o que exigiria certificado digital e integração com a Secretaria da Fazenda, e tampouco contempla controle de lote, validade ou número de série, limitando seu uso em segmentos como o alimentício e o farmacêutico. A operação simultânea por múltiplos postos em rede local esbarra nas limitações conhecidas do travamento de arquivos em sistemas de compartilhamento, sendo recomendável, acima de aproximadamente dez usuários concorrentes, migrar para um gerenciador cliente-servidor instalado na própria empresa, alteração que preserva a premissa de infraestrutura local. Soma-se a ausência de suporte comercial e de atualização tributária automática, encargos que recaem sobre a própria empresa e que, em contextos sem pessoal técnico disponível, podem inviabilizar a adoção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou se um sistema de execução estritamente local poderia produzir, para pequenas e médias empresas, o conjunto de indicadores de controle gerencial usualmente associado a soluções comerciais. O protótipo desenvolvido, com 3.653 linhas de código e sem qualquer dependência externa, implementou dez indicadores gerenciais apurados automaticamente a partir do registro operacional, validados por vinte e dois testes automatizados e por simulação de cento e oitenta dias de operação.

No escopo examinado, a resposta é afirmativa, com duas qualificações. A primeira é a condição estabelecida na hipótese: o resultado depende de que o registro das operações e a apuração dos indicadores compartilhem a mesma base transacional, e não da escala do sistema gerenciador de banco de dados ou do porte do fornecedor. A segunda delimita o que foi demonstrado: a correspondência observada refere-se ao conjunto de dez indicadores implementados, apurados sobre dados simulados, e não a uma equivalência funcional com pacotes comerciais, cujo escopo abrange módulos fiscais, contábeis e de integração aqui ausentes. Trata-se, portanto, de evidência de viabilidade técnica em escopo delimitado, e não de substituibilidade.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A vantagem da abordagem frente às alternativas de mercado reside na eliminação simultânea de três custos que a literatura identifica como barreiras à adoção por empresas desse porte: licença de software, infraestrutura de servidor e administração técnica continuada. Essa economia, contudo, é obtida ao preço das restrições registradas na seção 4.6, que recaem sobre a própria empresa e devem ser ponderadas caso a caso antes de qualquer decisão de adoção.

Como pesquisas futuras, recomendam-se a aplicação do sistema em empresa real, por período suficiente para avaliar a aderência dos registros e a efetiva utilização dos indicadores na decisão; a implementação das restrições de acesso por perfil; a incorporação da emissão de documentos fiscais eletrônicos; e o estudo comparativo entre a arquitetura local e soluções em nuvem quanto ao custo total de propriedade ao longo de cinco anos.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Durante a preparação deste manuscrito, foi utilizada ferramenta de inteligência artificial generativa (Claude, Anthropic) na elaboração da versão preliminar do resumo, a partir do conteúdo do próprio trabalho, na sua tradução para o inglês e o espanhol e na adaptação do manuscrito ao modelo de formatação da revista. Todo o conteúdo foi revisado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo texto.

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu financiamento de agências de fomento, instituições ou empresas.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, Robert N.; GOVINDARAJAN, Vijay. **Sistemas de controle gerencial**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2008.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais**: princípios, conceitos e gestão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Demografia das empresas e estatísticas de empreendedorismo 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. (Estudos e pesquisas. Informação econômica, n. 38). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102143.pdf. Acesso em: 9 nov. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

KRUCHTEN, Philippe. Architectural blueprints: the 4+1 view model of software architecture. **IEEE Software**, v. 12, n. 6, p. 42-50, nov. 1995.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

MENDES, Juliana Veiga; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. Sistemas integrados de gestão (ERP) em pequenas empresas: um confronto entre o referencial teórico e a prática empresarial. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 9, n. 3, p. 277-296, dez. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/GmLSKVc7dpRYdBhtbChHDcv/. Acesso em: 9 nov. 2026.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Contabilidade gerencial**: um enfoque em sistema de informação contábil. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Pesquisa Sobrevivência de Empresas**. Brasília: SEBRAE, abr. 2021. Disponível em: https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2021/06/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Sobreviv%C3%AAncia_2020_Web_Final.pdf. Acesso em: 9 nov. 2026.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Pequenos negócios foram responsáveis por seis a cada dez empregos criados em 2024**. Brasília: Agência Sebrae de Notícias, 2 ago. 2024. Disponível em: https://agenciasebrae.com.br/dados/pequenos-negocios-foram-responsaveis-por-seis-a-cada-dez-empregos-criados-em-2024/. Acesso em: 9 nov. 2026.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

SOUZA, Cesar Alexandre de; ZWICKER, Ronaldo. Ciclo de vida de sistemas ERP. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 11, p. 46-57, 1. trim. 2000. Disponível em: https://regeusp.com.br/wp-content/uploads/sites/8/2025/03/C11-art06.pdf. Acesso em: 9 nov. 2026.

SQLITE. **Appropriate uses for SQLite**. [S. l.], 31 maio 2025. Disponível em: https://www.sqlite.org/whentouse.html. Acesso em: 9 nov. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.