

Especificação Técnica Detalhada - Sistema de Compras e Cotações

Autor: Manus AI

Data: 13 de Agosto de 2025

Versão: 1.0

1. Introdução e Escopo

Esta especificação técnica detalha a implementação completa do sistema de compras e cotações robusto, profissional e seguro, conforme os requisitos levantados e a arquitetura definida. O documento serve como guia definitivo para a equipe de desenvolvimento, fornecendo especificações precisas para cada componente, API, interface e funcionalidade do sistema.

O sistema será desenvolvido para atender às necessidades específicas da LP Administradora de bens e serviços, com foco no CCL Cajamar, mas com arquitetura escalável para suportar múltiplas unidades e operações. A solução incorpora tecnologias de Inteligência Artificial avançadas, automação inteligente e práticas de segurança de classe empresarial.

1.1 Objetivos Técnicos

O sistema tem como objetivos técnicos principais automatizar completamente o processo de compras desde a requisição até o pagamento, integrar Inteligência Artificial para otimização de decisões e negociações, implementar segurança robusta para proteção de dados sensíveis, fornecer analytics avançados para tomada de decisões estratégicas, e garantir escalabilidade para crescimento futuro da operação.

A implementação seguirá metodologias ágeis de desenvolvimento, com entregas incrementais e testes contínuos. Cada módulo será desenvolvido como um microserviço independente, permitindo desenvolvimento paralelo e deploy independente. A arquitetura baseada em containers garantirá consistência entre ambientes e facilitará a manutenção e evolução do sistema.

1.2 Tecnologias Core

O stack tecnológico foi cuidadosamente selecionado para garantir performance, segurança e manutenibilidade. O backend utilizará Python 3.11+ com Flask como framework principal, aproveitando sua flexibilidade e ecossistema maduro. O banco de dados

PostgreSQL 15+ hospedado na Neon Tech oferecerá robustez e recursos avançados necessários para operações complexas de consulta e relatórios.

O frontend será desenvolvido em React 18+ com TypeScript para maior segurança de tipos e manutenibilidade. A comunicação entre frontend e backend utilizará APIs RESTful com documentação automática via OpenAPI/Swagger. Para processamento assíncrono, será implementado Celery com Redis como message broker, garantindo performance adequada para operações de longa duração como processamento de planilhas e integração com APIs externas.

2. Arquitetura de Microserviços Detalhada

2.1 API Gateway e Roteamento

O API Gateway atuará como ponto único de entrada para todas as requisições do frontend e integrações externas. Implementado usando Flask com extensões especializadas, o gateway será responsável por autenticação JWT, autorização baseada em roles, rate limiting por usuário e endpoint, logging centralizado de todas as requisições, e roteamento inteligente para os microserviços apropriados.

A implementação incluirá middleware customizado para validação de tokens JWT, verificação de permissões granulares, e injeção de contexto de usuário nas requisições downstream. O gateway manterá cache de permissões de usuário para otimizar performance, com invalidação automática quando permissões forem alteradas. Também implementará circuit breaker pattern para lidar com falhas de microserviços downstream, garantindo resiliência do sistema.

O roteamento será configurável via arquivo de configuração, permitindo mudanças sem necessidade de redeploy. Cada rota terá configurações específicas de timeout, retry policy e fallback behavior. O gateway também implementará versionamento de API, permitindo evolução gradual dos endpoints sem quebrar integrações existentes.

2.2 Microserviço de Autenticação e Autorização

Este microserviço será o coração da segurança do sistema, implementando autenticação robusta com suporte a múltiplos fatores e autorização granular baseada em RBAC (Role-Based Access Control). A implementação utilizará Flask-JWT-Extended para gerenciamento de tokens JWT, com refresh tokens para maior segurança e controle de sessão.

O serviço manterá tabelas especializadas para usuários, roles, permissões e suas associações. Cada usuário poderá ter múltiplos roles dependendo do contexto (departamento, projeto, etc.), e cada role terá permissões específicas para recursos e

operações. As permissões serão verificadas tanto no nível de endpoint quanto no nível de dados, garantindo que usuários só acessem informações autorizadas.

A implementação incluirá funcionalidades avançadas como bloqueio automático de conta após tentativas de login falhadas, auditoria completa de acessos e alterações de permissões, notificações de segurança para administradores, e integração com sistemas de autenticação externos quando necessário. O serviço também implementará políticas de senha configuráveis, incluindo complexidade mínima, rotação obrigatória e histórico de senhas.

2.3 Microserviço de Gestão de Fornecedores

O microserviço de fornecedores implementará um sistema completo de CRM (Customer Relationship Management) especializado para gestão de fornecedores. A arquitetura incluirá módulos para cadastro e manutenção de dados básicos, gestão de contatos e comunicação, avaliação e scoring automático, e histórico completo de relacionamento.

O sistema de scoring utilizará algoritmos de machine learning para avaliar fornecedores baseado em múltiplos critérios: pontualidade de entrega, qualidade dos produtos/serviços, competitividade de preços, capacidade de negociação, e histórico de relacionamento. O score será atualizado automaticamente após cada transação, fornecendo uma visão sempre atual da performance de cada fornecedor.

A funcionalidade de recomendação de fornecedores utilizará algoritmos de collaborative filtering e content-based filtering para sugerir os melhores fornecedores para cada tipo de produto ou serviço. O sistema aprenderá com as decisões dos usuários, melhorando continuamente a qualidade das recomendações. Também implementará detecção de padrões para identificar oportunidades de consolidação de fornecedores e negociação de melhores condições.

O módulo de comunicação integrará com os serviços de email e WhatsApp, mantendo histórico completo de todas as interações. Templates de comunicação serão configuráveis por tipo de fornecedor e situação, garantindo comunicação profissional e consistente. O sistema também implementará alertas automáticos para renovação de contratos, vencimento de documentos e outras datas importantes.

2.4 Microserviço de Gestão de Produtos

Este microserviço implementará um catálogo inteligente de produtos e serviços, com funcionalidades avançadas de busca, categorização automática e detecção de duplicatas. A arquitetura incluirá algoritmos de processamento de linguagem natural para normalização de nomenclaturas e identificação de produtos similares.

O sistema de categorização utilizará machine learning para classificar automaticamente novos produtos baseado em descrições e especificações técnicas. Isso reduzirá

significativamente o trabalho manual de categorização e garantirá consistência na organização do catálogo. O sistema também implementará sugestões automáticas de especificações técnicas baseadas em produtos similares já cadastrados.

A funcionalidade de importação de planilhas incluirá validação inteligente de dados, detecção automática de colunas e formatos, e sugestões de mapeamento para campos do sistema. O processo de importação será assíncrono, permitindo processamento de grandes volumes de dados sem impactar a performance do sistema. Relatórios detalhados de importação mostrarão sucessos, erros e sugestões de correção.

O módulo de histórico de preços manterá registro completo de todas as cotações por produto e fornecedor, permitindo análises de tendência e identificação de flutuações anômalas. Algoritmos de detecção de anomalias alertarão automaticamente para preços fora do padrão histórico, ajudando a identificar oportunidades de economia ou possíveis erros de cotação.

2.5 Microserviço de Processamento de Cotações

Este é o microserviço mais complexo do sistema, responsável por todo o fluxo de cotações desde a criação de requisições até a aprovação final de compras. A implementação utilizará máquinas de estado para gerenciar os workflows configuráveis, permitindo adaptação às necessidades específicas de cada departamento ou tipo de compra.

O sistema de workflows será completamente configurável via interface administrativa, permitindo definição de etapas, condições de transição, aprovadores por etapa e regras de escalação. Cada workflow poderá ter regras específicas baseadas em valor da compra, tipo de produto, departamento solicitante e outras variáveis. O sistema também implementará workflows paralelos para situações que requerem múltiplas aprovações simultâneas.

A funcionalidade de comparação automática de cotações utilizará algoritmos sofisticados para análise multi-critério, considerando não apenas preço, mas também prazo de entrega, condições de pagamento, qualidade histórica do fornecedor e outros fatores configuráveis. O sistema gerará automaticamente relatórios de comparação com recomendações justificadas, facilitando a tomada de decisão.

O módulo de negociação automática integrará com os serviços de IA para conduzir negociações básicas com fornecedores via email ou WhatsApp. O sistema poderá solicitar descontos, negociar prazos e condições de pagamento, sempre dentro de parâmetros pré-definidos e com supervisão humana quando necessário. Todas as negociações serão registradas para auditoria e aprendizado do sistema.

2.6 Microserviço de Integração com IA

Este microserviço atuará como orquestrador das funcionalidades de Inteligência Artificial, implementando diferentes estratégias para diferentes tipos de tarefas. A arquitetura

incluirá adaptadores específicos para Grok e ChatGPT, com fallback automático e balanceamento de carga entre provedores quando disponível.

Para tarefas complexas utilizando Grok, o serviço implementará funcionalidades como análise de mercado e tendências de preços, negociação avançada com fornecedores, identificação de oportunidades de economia, análise de riscos de fornecedores, e otimização de mix de fornecedores. Cada funcionalidade terá prompts especializados e pós-processamento específico para garantir resultados de alta qualidade.

Para tarefas simples utilizando ChatGPT, o serviço implementará geração automática de emails e comunicações, criação de relatórios padronizados, respostas a perguntas frequentes, tradução de documentos quando necessário, e sumarização de informações complexas. O sistema manterá templates de prompts otimizados para cada tipo de tarefa, garantindo consistência e qualidade dos resultados.

O módulo de aprendizado contínuo registrará todas as interações com IA e feedback dos usuários, utilizando essas informações para melhorar continuamente a qualidade dos prompts e resultados. O sistema também implementará métricas de qualidade automáticas, como taxa de aceitação de sugestões da IA e tempo economizado em tarefas automatizadas.

2.7 Microserviço de Comunicação

Este microserviço centralizará toda a comunicação do sistema, implementando múltiplos canais de forma unificada e inteligente. A arquitetura incluirá adaptadores para email SMTP, WhatsApp Business API, notificações push e chat interno, com roteamento automático baseado em preferências do usuário e tipo de comunicação.

O sistema de templates será altamente flexível, suportando HTML para emails, texto simples para WhatsApp, e rich text para chat interno. Templates serão organizados por categoria (cotações, aprovações, alertas, etc.) e personalizáveis por departamento ou tipo de usuário. O sistema também implementará versionamento de templates, permitindo testes A/B e rollback quando necessário.

A funcionalidade de chat interno incluirá recursos avançados como busca em histórico de conversas, integração com sistema de notificações, suporte a anexos e links, e criação automática de tickets ou tarefas baseadas em conversas. O chat também integrará com o sistema de IA para fornecer respostas automáticas a perguntas frequentes e sugestões contextuais.

O módulo de análise de comunicação fornecerá métricas detalhadas sobre efetividade de diferentes canais, taxa de resposta de fornecedores, tempo médio de resposta, e outros KPIs importantes. Essas métricas ajudarão a otimizar estratégias de comunicação e identificar gargalos no processo.

2.8 Microserviço de Analytics e Relatórios

Este microserviço implementará um sistema completo de Business Intelligence, com capacidades avançadas de análise de dados e geração de insights. A arquitetura incluirá um data warehouse otimizado para consultas analíticas, ETL processes para agregação de dados, e engine de relatórios flexível.

O sistema de dashboards será completamente configurável, permitindo que usuários criem visualizações personalizadas baseadas em suas necessidades específicas. Dashboards pré-configurados incluirão visões executivas com KPIs principais, análises de gastos por departamento e categoria, performance de fornecedores, e tendências de mercado. Cada dashboard terá opções de drill-down para análises mais detalhadas.

A funcionalidade de análise preditiva utilizará algoritmos de machine learning para identificar tendências de gastos, prever necessidades futuras de compras, identificar riscos de fornecedores, e sugerir oportunidades de economia. Modelos preditivos serão treinados continuamente com dados históricos e validados com métricas de acurácia.

O sistema de alertas inteligentes monitorará continuamente métricas importantes e enviará notificações automáticas quando thresholds forem ultrapassados ou padrões anômalos forem detectados. Alertas serão configuráveis por usuário e incluirão sugestões de ações corretivas quando apropriado.

2.9 Microserviço de Auditoria e Compliance

Este microserviço garantirá rastreabilidade completa e compliance regulatório, implementando logging abrangente, análise de conformidade e relatórios de auditoria. A arquitetura incluirá armazenamento imutável de logs, análise em tempo real de atividades suspeitas, e geração automática de relatórios de compliance.

O sistema de logging capturará todas as operações do sistema com detalhes completos: usuário responsável, timestamp preciso, dados antes e depois da alteração, IP de origem, e contexto da operação. Logs serão estruturados em formato JSON para facilitar análise e busca, e armazenados com criptografia para garantir integridade.

A funcionalidade de detecção de anomalias utilizará algoritmos de machine learning para identificar padrões suspeitos como tentativas de acesso não autorizado, alterações de dados fora do padrão, e atividades em horários incomuns. O sistema gerará alertas automáticos para administradores e implementará bloqueios preventivos quando necessário.

O módulo de relatórios de compliance gerará automaticamente relatórios requeridos por regulamentações específicas, incluindo trilhas de auditoria completas, relatórios de acesso a dados sensíveis, e documentação de controles de segurança implementados. Relatórios

serão exportáveis em múltiplos formatos e assinados digitalmente para garantir autenticidade.

3. Especificação de APIs RESTful

3.1 Padrões e Convenções de API

Todas as APIs seguirão padrões RESTful rigorosos com convenções consistentes para nomenclatura, estrutura de resposta e tratamento de erros. Os endpoints utilizarão substantivos no plural para recursos (ex: `/api/v1/suppliers` , `/api/v1/quotations`) e verbos HTTP apropriados para operações (GET para consulta, POST para criação, PUT para atualização completa, PATCH para atualização parcial, DELETE para remoção).

As respostas seguirão estrutura padronizada com campos obrigatórios para `status` , `data` , `message` e `metadata` . Códigos de status HTTP serão utilizados apropriadamente: 200 para sucesso, 201 para criação, 400 para erro de cliente, 401 para não autorizado, 403 para proibido, 404 para não encontrado, 422 para erro de validação, e 500 para erro interno do servidor.

Todas as APIs implementarão paginação automática para listagens, com parâmetros padrão `page` , `limit` , `sort` e `filter` . Metadados de paginação incluirão `total_items` , `total_pages` , `current_page` , `has_next` e `has_previous` . Filtros suportarão operadores avançados como `eq` , `ne` , `gt` , `gte` , `lt` , `lte` , `in` , `like` e `between` .

3.2 API de Autenticação

POST /api/v1/auth/login

Endpoint para autenticação de usuários, recebendo email/username e senha, retornando access token JWT e refresh token. A implementação incluirá validação de credenciais, verificação de conta ativa, registro de tentativa de login, e geração de tokens com claims apropriados.

POST /api/v1/auth/refresh

Endpoint para renovação de access tokens usando refresh token válido. Implementará validação de refresh token, verificação de revogação, geração de novo access token, e rotação opcional de refresh token para maior segurança.

POST /api/v1/auth/logout

Endpoint para logout seguro, invalidando tokens ativos. Adicionará tokens à blacklist, limpará sessões ativas, e registrará evento de logout para auditoria.

POST /api/v1/auth/forgot-password

Endpoint para recuperação de senha, enviando email com token de reset. Implementará

geração de token seguro com expiração, envio de email com link de reset, e registro de tentativa de recuperação.

POST /api/v1/auth/reset-password

Endpoint para definição de nova senha usando token de reset. Validará token de reset, verificará expiração, atualizará senha com hash seguro, e invalidará token usado.

3.3 API de Gestão de Usuários

GET /api/v1/users

Listagem de usuários com filtros avançados por departamento, role, status e data de criação. Suportará busca por nome, email e outros campos, com paginação automática e ordenação configurável.

POST /api/v1/users

Criação de novos usuários com validação completa de dados obrigatórios, verificação de unicidade de email, geração de senha temporária, e envio de email de boas-vindas com instruções de primeiro acesso.

GET /api/v1/users/{id}

Consulta detalhada de usuário específico, incluindo informações básicas, roles ativos, permissões efetivas, histórico de acessos recentes, e estatísticas de uso do sistema.

PUT /api/v1/users/{id}

Atualização completa de dados de usuário, com validação de permissões, verificação de alterações sensíveis, registro de auditoria, e notificação de alterações importantes.

PATCH /api/v1/users/{id}/status

Ativação/desativação de usuários com validação de permissões administrativas, verificação de dependências, invalidação de sessões ativas quando necessário, e registro de auditoria.

POST /api/v1/users/{id}/roles

Atribuição de roles a usuários com validação de permissões, verificação de compatibilidade de roles, registro de alteração, e atualização de cache de permissões.

3.4 API de Gestão de Fornecedores

GET /api/v1/suppliers

Listagem de fornecedores com filtros por categoria, localização, status, score de performance e data de cadastro. Incluirá busca textual por nome, CNPJ e outros campos, com ordenação por relevância ou critérios específicos.

POST /api/v1/suppliers

Cadastro de novos fornecedores com validação completa de CNPJ, verificação de duplicatas, validação de dados obrigatórios, e inicialização de score base. Implementará também verificação automática de situação fiscal quando APIs estiverem disponíveis.

GET /api/v1/suppliers/{id}

Consulta detalhada de fornecedor incluindo dados cadastrais completos, histórico de cotações e compras, métricas de performance, avaliações recentes, e recomendações de produtos/serviços.

PUT /api/v1/suppliers/{id}

Atualização completa de dados de fornecedor com validação de alterações, verificação de impacto em cotações ativas, registro de auditoria, e recálculo de score quando aplicável.

GET /api/v1/suppliers/{id}/performance

Consulta de métricas de performance detalhadas incluindo score atual, histórico de scores, breakdown por critérios, comparação com média do mercado, e tendências temporais.

POST /api/v1/suppliers/{id}/evaluation

Registro de avaliação manual de fornecedor após compra ou serviço, com campos para qualidade, pontualidade, atendimento e observações. Atualizará automaticamente o score do fornecedor.

GET /api/v1/suppliers/recommendations

Endpoint para recomendação de fornecedores baseado em produto, categoria, localização e outros critérios. Utilizará algoritmos de machine learning para sugerir melhores opções com justificativas.

3.5 API de Gestão de Produtos

GET /api/v1/products

Listagem de produtos com filtros avançados por categoria, fornecedor, faixa de preço e especificações técnicas. Incluirá busca inteligente com sugestões automáticas e correção de termos.

POST /api/v1/products

Cadastro de novos produtos com validação de duplicatas usando algoritmos de similaridade, categorização automática baseada em descrição, e vinculação sugerida de fornecedores.

GET /api/v1/products/{id}

Consulta detalhada de produto incluindo especificações completas, histórico de preços, fornecedores disponíveis, cotações recentes, e produtos similares.

PUT /api/v1/products/{id}

Atualização de dados de produto com validação de impacto em cotações ativas, verificação de alterações em especificações críticas, e notificação de usuários afetados.

GET /api/v1/products/{id}/price-history

Histórico completo de preços do produto por fornecedor, incluindo análise de tendências, identificação de sazonalidades, e alertas de flutuações anômalas.

POST /api/v1/products/import

Importação em lote de produtos via planilha com processamento assíncrono, validação inteligente de dados, detecção de duplicatas, e relatório detalhado de resultados.

GET /api/v1/products/categories

Listagem de categorias de produtos com hierarquia, estatísticas de uso, e sugestões de categorização para novos produtos.

3.6 API de Cotações e Requisições

GET /api/v1/requisitions

Listagem de requisições com filtros por status, departamento, período, valor e aprovador. Inclui indicadores visuais de urgência e alertas de prazos.

POST /api/v1/requisitions

Criação de nova requisição com validação de orçamento disponível, verificação de especificações de produtos, e inicialização automática de workflow de aprovação.

GET /api/v1/requisitions/{id}

Consulta detalhada de requisição incluindo itens solicitados, justificativas, histórico de aprovações, cotações associadas, e timeline completa do processo.

PATCH /api/v1/requisitions/{id}/approve

Aprovação de requisição com validação de permissões do aprovador, verificação de limites de alçada, registro de justificativa, e progressão automática no workflow.

POST /api/v1/quotations

Criação de nova cotação baseada em requisição aprovada, com seleção automática de fornecedores sugeridos, geração de templates de solicitação, e agendamento de envios.

GET /api/v1/quotations/{id}

Consulta detalhada de cotação incluindo fornecedores consultados, propostas recebidas, análise comparativa, recomendações do sistema, e histórico de negociações.

POST /api/v1/quotations/{id}/proposals

Registro de proposta de fornecedor com validação de dados, verificação de conformidade com especificações, cálculo automático de scores, e atualização de análise comparativa.

POST /api/v1/quotations/{id}/negotiate

Inicialização de negociação automática com fornecedores usando IA, com definição de parâmetros de negociação, limites de desconto, e aprovação humana para execução.

PATCH /api/v1/quotations/{id}/decide

Decisão final de compra com seleção de fornecedor vencedor, justificativa da escolha, geração automática de pedido de compra, e notificação de todos os envolvidos.

3.7 API de Analytics e Relatórios

GET /api/v1/analytics/dashboard

Dados para dashboard principal incluindo KPIs de compras, métricas de economia, performance de fornecedores, e alertas importantes. Dados serão agregados em tempo real com cache inteligente.

GET /api/v1/analytics/spending

Análise detalhada de gastos por período, departamento, categoria e fornecedor. Incluirá comparações com períodos anteriores, identificação de tendências, e projeções futuras.

GET /api/v1/analytics/suppliers

Análise de performance de fornecedores com rankings, comparações, identificação de melhores e piores performers, e recomendações de ações.

GET /api/v1/analytics/savings

Relatório de economias realizadas através do sistema, incluindo economias por negociação, otimização de fornecedores, e identificação de oportunidades futuras.

POST /api/v1/reports/generate

Geração de relatórios customizados com parâmetros flexíveis, processamento assíncrono para relatórios complexos, e notificação quando prontos.

GET /api/v1/reports/{id}

Download de relatórios gerados em múltiplos formatos (PDF, Excel, CSV), com controle de acesso e registro de downloads para auditoria.

3.8 API de Comunicação e Notificações

POST /api/v1/communications/email

Envio de emails com templates personalizáveis, suporte a anexos, agendamento de envio, e tracking de abertura e cliques quando disponível.

POST /api/v1/communications/whatsapp

Envio de mensagens WhatsApp para fornecedores com templates aprovados, verificação de número válido, e registro de status de entrega.

GET /api/v1/notifications

Listagem de notificações do usuário com filtros por tipo, status e período. Incluirá marcação de lidas/não lidas e ações rápidas quando aplicável.

PATCH /api/v1/notifications/{id}/read

Marcação de notificação como lida com timestamp e registro para métricas de engajamento.

POST /api/v1/chat/messages

Envio de mensagens no chat interno com suporte a menções, anexos, e criação automática

de tarefas baseadas em conteúdo.

GET /api/v1/chat/conversations

Listagem de conversas do usuário com indicadores de mensagens não lidas, participantes ativos, e busca em histórico.

4. Especificação de Interface de Usuário

4.1 Design System e Componentes

O sistema utilizará um design system consistente baseado em Material Design 3.0, adaptado para as necessidades específicas de um sistema de compras corporativo. A paleta de cores será profissional com azul como cor primária (#1976D2), verde para ações positivas (#4CAF50), vermelho para alertas (#F44336), e cinza para elementos neutros (#757575).

A tipografia utilizará a fonte Roboto para textos gerais e Roboto Mono para códigos e números. Hierarquia tipográfica incluirá H1 (32px) para títulos principais, H2 (24px) para seções, H3 (20px) para subsections, Body 1 (16px) para texto principal, e Body 2 (14px) para textos secundários.

Componentes reutilizáveis incluirão DataTable com ordenação, filtros e paginação, FormBuilder para criação dinâmica de formulários, Dashboard widgets configuráveis, Modal dialogs responsivos, e Notification system com diferentes tipos de alertas. Todos os componentes seguirão princípios de acessibilidade WCAG 2.1 AA.

4.2 Layout e Navegação

O layout principal utilizará sidebar colapsável com navegação hierárquica, header fixo com informações do usuário e notificações, área de conteúdo principal responsiva, e footer com informações do sistema. A navegação será organizada por módulos funcionais: Dashboard, Requisições, Cotações, Fornecedores, Produtos, Relatórios, e Administração.

Breadcrumbs estarão sempre visíveis para orientação do usuário, com links clicáveis para navegação rápida. O sistema implementará navegação por tabs para workflows complexos, permitindo que usuários mantenham múltiplos contextos ativos simultaneamente.

A responsividade será garantida através de breakpoints bem definidos: mobile (< 768px), tablet (768px - 1024px), e desktop (> 1024px). Em dispositivos móveis, a sidebar se transformará em menu hambúrguer, e tabelas utilizarão scroll horizontal ou cards empilhados conforme apropriado.

4.3 Telas Principais

Dashboard Executivo

Tela inicial com visão geral de KPIs principais, gráficos de tendências de gastos, alertas importantes, e ações rápidas. Widgets serão configuráveis por usuário, permitindo personalização baseada em role e preferências. Gráficos incluirão gastos por período, economia realizada, performance de fornecedores, e status de cotações ativas.

Gestão de Requisições

Interface para criação e acompanhamento de requisições com wizard step-by-step para nova requisição, listagem com filtros avançados, visualização detalhada com timeline de aprovações, e ações em lote para múltiplas requisições. Formulário de criação incluirá busca inteligente de produtos, cálculo automático de totais, e validação em tempo real de orçamento disponível.

Gestão de Cotações

Interface completa para processo de cotação com criação baseada em requisições aprovadas, seleção de fornecedores com sugestões automáticas, comparação visual de propostas, e ferramentas de negociação. Tabela comparativa destacará melhor proposta por critério, com possibilidade de ajustar pesos para diferentes fatores de decisão.

Gestão de Fornecedores

Interface para cadastro e manutenção de fornecedores com formulário completo de cadastro, visualização de performance com gráficos, histórico de relacionamento, e ferramentas de comunicação integradas. Dashboard de fornecedor incluirá score atual, tendências, comparação com concorrentes, e recomendações de melhoria.

Gestão de Produtos

Interface para catálogo de produtos com busca avançada com filtros múltiplos, cadastro com detecção de duplicatas, importação em lote via planilha, e visualização de histórico de preços. Formulário de cadastro incluirá sugestões automáticas de categoria e especificações baseadas em produtos similares.

Analytics e Relatórios

Interface de business intelligence com dashboards interativos, relatórios pré-configurados, construtor de relatórios customizados, e exportação em múltiplos formatos. Gráficos serão interativos com drill-down capabilities, e relatórios incluirão agendamento automático de envio.

4.4 Fluxos de Usuário Otimizados

Fluxo de Criação de Requisição

Processo simplificado em 4 etapas: seleção de produtos com busca inteligente, definição de quantidades e especificações, revisão e justificativa, e submissão com roteamento automático para aprovação. Sistema incluirá salvamento automático de rascunhos e possibilidade de duplicar requisições similares.

Fluxo de Cotação

Processo automatizado iniciando com seleção de requisições aprovadas, escolha de fornecedores com sugestões baseadas em IA, envio automático de solicitações, acompanhamento de respostas, e análise comparativa com recomendações. Interface permitirá negociação em tempo real com fornecedores através de chat integrado.

Fluxo de Aprovação

Interface otimizada para aprovadores com lista de pendências priorizadas, visualização rápida de detalhes essenciais, aprovação em lote quando apropriado, e delegação de aprovações. Sistema incluirá notificações push para aprovações urgentes e escalção automática para superiores quando prazos forem ultrapassados.

Fluxo de Análise

Interface de análise com filtros intuitivos, visualizações interativas, comparações temporais, e identificação automática de insights. Usuários poderão salvar análises favoritas, agendar relatórios recorrentes, e compartilhar insights com equipe através de links ou exports.

5. Integração com Sistemas de IA

5.1 Integração com Grok

A integração com Grok será implementada através de API REST com autenticação via API key e rate limiting apropriado. O sistema utilizará Grok para tarefas complexas que requerem análise profunda e raciocínio avançado.

Análise de Mercado e Tendências

Grok analisará dados históricos de preços, tendências de mercado, sazonalidades, e fatores externos para fornecer insights sobre timing ideal de compras, previsões de preços futuros, e identificação de oportunidades de economia. Análises incluirão contexto macroeconômico e setorial relevante.

Negociação Avançada com Fornecedores

Sistema de negociação automática onde Grok conduzirá negociações complexas baseadas em parâmetros pré-definidos, histórico de relacionamento, e condições de mercado. Negociações incluirão múltiplas variáveis como preço, prazo, condições de pagamento, e volumes mínimos.

Otimização de Mix de Fornecedores

Grok analisará portfolio completo de fornecedores para sugerir otimizações como consolidação de compras, diversificação de riscos, e balanceamento entre custo e qualidade. Análises considerarão fatores como dependência excessiva de fornecedores únicos e oportunidades de economia de escala.

Análise de Riscos

Avaliação contínua de riscos de fornecedores baseada em dados financeiros públicos, notícias, análise de mercado, e padrões de comportamento. Sistema alertará para riscos emergentes e sugerirá ações preventivas.

5.2 Integração com ChatGPT

A integração com ChatGPT focará em tarefas de comunicação e automação de processos mais simples, utilizando API OpenAI com modelos otimizados para cada tipo de tarefa.

Geração Automática de Comunicações

ChatGPT gerará emails personalizados para fornecedores, incluindo solicitações de cotação, negociações básicas, confirmações de pedidos, e follow-ups. Templates serão dinamicamente adaptados baseados em contexto e histórico de relacionamento.

Assistente Virtual para Usuários

Chatbot integrado na interface para responder perguntas frequentes, guiar usuários através de processos, e fornecer informações contextuais. Assistente aprenderá com interações para melhorar respostas ao longo do tempo.

Geração de Relatórios Narrativos

Transformação de dados analíticos em relatórios narrativos compreensíveis, incluindo insights principais, tendências identificadas, e recomendações de ação. Relatórios serão personalizados para diferentes audiências (executivos, operacionais, técnicos).

Processamento de Linguagem Natural

Análise de comunicações recebidas de fornecedores para extrair informações estruturadas, identificar intenções, e sugerir respostas apropriadas. Sistema processará emails, mensagens WhatsApp, e outros textos não estruturados.

5.3 Orquestração e Fallback

Sistema de orquestração inteligente determinará qual IA utilizar baseado em tipo de tarefa, complexidade, disponibilidade, e custo. Implementará fallback automático entre provedores e degradação graceful quando serviços estiverem indisponíveis.

Cache inteligente armazenará respostas de IA para consultas similares, reduzindo custos e melhorando performance. Sistema de versionamento permitirá comparação de respostas de diferentes modelos e evolução contínua da qualidade.

Métricas detalhadas incluirão tempo de resposta, custo por operação, taxa de sucesso, e satisfação do usuário. Dashboard específico para administradores mostrará uso de IA, custos associados, e oportunidades de otimização.

6. Segurança e Compliance

6.1 Arquitetura de Segurança

A segurança será implementada em múltiplas camadas seguindo o princípio de defesa em profundidade. A arquitetura incluirá firewall de aplicação web (WAF) para proteção contra ataques comuns, load balancer com terminação SSL/TLS, API Gateway com autenticação e autorização centralizadas, e microserviços com comunicação criptografada.

Todas as comunicações utilizarão TLS 1.3 com certificados válidos e renovação automática via Let's Encrypt. Comunicação entre microserviços utilizará mTLS (mutual TLS) para autenticação bidirecional e criptografia de dados em trânsito. Dados sensíveis em repouso serão criptografados usando AES-256 com chaves gerenciadas por HSM (Hardware Security Module) quando disponível.

6.2 Gestão de Identidade e Acesso

Sistema de autenticação baseado em JWT com refresh tokens para sessões de longa duração. Tokens incluirão claims específicos para usuário, roles, permissões, e contexto de sessão. Implementação incluirá blacklist de tokens revogados com TTL automático e verificação em tempo real.

Autorização granular baseada em RBAC (Role-Based Access Control) com suporte a hierarquias de roles e herança de permissões. Cada operação será protegida por verificação de permissões específicas, incluindo permissões de dados (row-level security) quando apropriado.

Autenticação multifator (MFA) será obrigatória para usuários com privilégios administrativos e opcional para demais usuários. Suporte incluirá TOTP (Time-based One-Time Password), SMS, e aplicativos autenticadores. Backup codes serão fornecidos para recuperação de acesso.

6.3 Proteção de Dados

Classificação automática de dados baseada em sensibilidade: públicos, internos, confidenciais, e restritos. Cada classificação terá controles específicos de acesso, criptografia, e retenção. Dados de fornecedores e informações financeiras serão classificados como confidenciais com proteções adicionais.

Implementação de Data Loss Prevention (DLP) para monitorar e prevenir vazamento de dados sensíveis. Sistema detectará tentativas de export de grandes volumes de dados, acesso anômalo a informações confidenciais, e compartilhamento inadequado de dados.

Anonimização e pseudonimização de dados para analytics e desenvolvimento, garantindo que dados de produção não sejam expostos desnecessariamente. Técnicas incluirão mascaramento de dados, substituição de valores, e agregação estatística.

6.4 Monitoramento e Detecção de Ameaças

Sistema de SIEM (Security Information and Event Management) para correlação de eventos de segurança em tempo real. Monitoramento incluirá tentativas de login falhadas, acessos anômalos, alterações de permissões, e atividades suspeitas.

Detecção de anomalias baseada em machine learning para identificar padrões de comportamento incomuns. Sistema aprenderá padrões normais de uso e alertará para desvios significativos como acessos fora do horário habitual, volumes anômalos de dados acessados, ou sequências de ações suspeitas.

Resposta automática a incidentes incluirá bloqueio temporário de contas suspeitas, invalidação de sessões comprometidas, e escalação para equipe de segurança. Playbooks automatizados definirão ações específicas para diferentes tipos de ameaças.

6.5 Compliance e Auditoria

Conformidade com LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) incluindo consentimento explícito para processamento de dados pessoais, direito de acesso e portabilidade de dados, direito de correção e exclusão, e notificação de vazamentos dentro de 72 horas.

Trilhas de auditoria completas para todas as operações do sistema, incluindo acessos a dados, alterações de configuração, e ações administrativas. Logs serão imutáveis e armazenados com integridade criptográfica para garantir não repúdio.

Relatórios de compliance automatizados para demonstrar conformidade com regulamentações aplicáveis. Relatórios incluirão evidências de controles implementados, métricas de segurança, e documentação de incidentes e respostas.

7. Performance e Escalabilidade

7.1 Otimizações de Performance

Implementação de cache em múltiplas camadas: cache de aplicação (Redis) para dados frequentemente acessados, cache de banco de dados para consultas complexas, e cache de CDN para assets estáticos. Estratégias de invalidação garantirão consistência de dados.

Otimização de consultas de banco de dados incluindo índices apropriados, particionamento de tabelas grandes, e views materializadas para relatórios complexos. Query planner será monitorado continuamente para identificar consultas lentas e oportunidades de otimização.

Compressão de dados em trânsito usando gzip/brotli para reduzir largura de banda. Assets estáticos serão minificados e concatenados, com versionamento para cache busting. Lazy loading será implementado para componentes pesados da interface.

7.2 Arquitetura Escalável

Microserviços independentes permitirão escalonamento horizontal baseado em demanda específica de cada serviço. Load balancers distribuirão carga automaticamente entre instâncias, com health checks para remoção de instâncias não responsivas.

Auto-scaling baseado em métricas de CPU, memória, e latência de resposta. Políticas de scaling incluirão scale-up preventivo durante horários de pico e scale-down gradual durante períodos de baixa demanda.

Arquitetura stateless garantirá que qualquer instância possa processar qualquer requisição, facilitando distribuição de carga e recuperação de falhas. Estado de sessão será mantido em cache distribuído (Redis) acessível por todas as instâncias.

7.3 Monitoramento de Performance

Métricas detalhadas de performance incluindo tempo de resposta por endpoint, throughput de requisições, utilização de recursos, e latência de banco de dados. Dashboards em tempo real mostrarão saúde geral do sistema e alertas para degradação de performance.

Application Performance Monitoring (APM) para rastreamento de transações end-to-end, identificação de gargalos, e análise de dependências entre serviços. Distributed tracing permitirá debug de problemas complexos em arquitetura de microserviços.

Alertas automáticos para métricas críticas como tempo de resposta acima de thresholds, taxa de erro elevada, e utilização de recursos próxima aos limites. Escalação automática para equipe de operações quando problemas críticos forem detectados.

8. Deployment e DevOps

8.1 Containerização e Orquestração

Todos os serviços serão containerizados usando Docker com imagens otimizadas baseadas em Alpine Linux para reduzir tamanho e superfície de ataque. Multi-stage builds garantirão que apenas artefatos necessários estejam nas imagens de produção.

Docker Compose para desenvolvimento local com todos os serviços e dependências. Configuração incluirá volumes para persistência de dados, networks isoladas para comunicação entre serviços, e variáveis de ambiente para configuração específica de ambiente.

Kubernetes para orquestração em produção com deployments declarativos, services para descoberta de serviços, ingress controllers para roteamento externo, e persistent volumes para dados que requerem persistência.

8.2 CI/CD Pipeline

Pipeline automatizado usando GitHub Actions ou GitLab CI incluindo build automático de imagens Docker, execução de testes unitários e integração, análise de código estático com SonarQube, e scan de vulnerabilidades em dependências.

Estratégia de deployment blue-green para zero downtime, com validação automática de health checks antes de switch de tráfego. Rollback automático em caso de falhas detectadas durante deployment.

Ambientes separados para desenvolvimento, staging, e produção com promoção automática baseada em aprovações e testes. Configuração específica por ambiente usando ConfigMaps e Secrets no Kubernetes.

8.3 Monitoramento e Observabilidade

Stack de observabilidade incluindo Prometheus para métricas, Grafana para visualização, ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) para logs centralizados, e Jaeger para distributed tracing.

Métricas customizadas para KPIs de negócio como número de cotações processadas, tempo médio de aprovação, e taxa de economia realizada. Dashboards específicos para diferentes stakeholders (técnicos, operacionais, executivos).

Alerting inteligente com redução de ruído através de correlação de eventos e supressão de alertas redundantes. Integração com PagerDuty ou similar para escalação automática durante horários não comerciais.

8.4 Backup e Disaster Recovery

Backup automático de banco de dados com retenção configurável (diário por 30 dias, semanal por 12 semanas, mensal por 12 meses). Backups serão criptografados e armazenados em múltiplas regiões geográficas.

Testes regulares de restore para garantir integridade dos backups. Procedimentos documentados para diferentes cenários de disaster recovery, incluindo falha de datacenter, corrupção de dados, e ataques de ransomware.

RTO (Recovery Time Objective) de 4 horas e RPO (Recovery Point Objective) de 1 hora para dados críticos. Infraestrutura de DR em região geográfica separada com sincronização automática de dados essenciais.

9. Testes e Qualidade

9.1 Estratégia de Testes

Pirâmide de testes com base sólida de testes unitários (70%), testes de integração para APIs e serviços (20%), e testes end-to-end para fluxos críticos (10%). Cobertura mínima de código de 80% para testes unitários.

Testes automatizados executados em pipeline CI/CD incluindo testes de regressão, testes de performance, e testes de segurança. Falhas em testes bloquearão automaticamente deployments para produção.

Testes de carga e stress para validar performance sob diferentes cenários de uso. Simulação de picos de tráfego, operações de longa duração, e condições de falha para garantir resiliência do sistema.

9.2 Quality Assurance

Code review obrigatório para todas as mudanças com checklist específico incluindo segurança, performance, e aderência a padrões de código. Ferramentas automatizadas verificarão formatação, complexidade ciclomática, e potenciais vulnerabilidades.

Análise estática de código usando SonarQube para identificação de code smells, bugs potenciais, e vulnerabilidades de segurança. Quality gates impedirão merge de código que não atenda aos critérios de qualidade estabelecidos.

Documentação técnica mantida automaticamente através de comentários no código e geração automática de documentação de APIs. Documentação de usuário será versionada junto com releases do sistema.

9.3 Testes de Segurança

Testes de penetração regulares por equipe especializada ou empresa terceirizada. Escopo incluirá aplicação web, APIs, infraestrutura, e engenharia social. Relatórios detalhados com planos de remediação para vulnerabilidades identificadas.

Análise de dependências para identificação de vulnerabilidades conhecidas em bibliotecas e frameworks utilizados. Atualizações automáticas de segurança quando disponíveis, com testes de regressão para garantir compatibilidade.

Testes de compliance automatizados para verificar aderência a políticas de segurança e regulamentações aplicáveis. Validação contínua de configurações de segurança e controles implementados.

10. Considerações Finais

10.1 Roadmap de Implementação

Desenvolvimento será organizado em sprints de 2 semanas com entregas incrementais. Primeira fase focará em funcionalidades core (autenticação, gestão de usuários, fornecedores básicos). Segunda fase implementará processo completo de cotações. Terceira fase adicionará IA e automação avançada.

MVP (Minimum Viable Product) será entregue em 12 semanas incluindo funcionalidades essenciais para operação básica. Versão completa com todas as funcionalidades especificadas será entregue em 24 semanas.

Treinamento de usuários será conduzido em paralelo ao desenvolvimento, com sessões regulares para feedback e ajustes. Documentação de usuário será criada incrementalmente e validada com usuários reais.

10.2 Manutenção e Evolução

Plano de manutenção incluirá atualizações regulares de segurança, otimizações de performance baseadas em métricas de uso real, e evolução de funcionalidades baseada em feedback de usuários.

Versionamento semântico para releases com comunicação clara de breaking changes. Política de suporte incluirá correção de bugs críticos em 24 horas e implementação de melhorias em releases mensais.

Roadmap de evolução incluirá integração com ERPs existentes, expansão para mobile apps nativos, e implementação de funcionalidades avançadas de IA baseadas em aprendizado contínuo do sistema.

10.3 Métricas de Sucesso

KPIs técnicos incluirão uptime > 99.9%, tempo de resposta médio < 200ms, e zero incidentes de segurança críticos. KPIs de negócio incluirão redução de 30% no tempo de processo de cotação, economia de 15% em custos de compras, e satisfação de usuário > 4.5/5.0.

Monitoramento contínuo de métricas com relatórios mensais para stakeholders. Ajustes no sistema baseados em dados reais de uso e feedback contínuo de usuários.

Esta especificação técnica detalhada fornece a base completa para implementação do sistema de compras e cotações mais robusto e avançado do mercado, incorporando as melhores práticas de desenvolvimento, segurança, e experiência do usuário identificadas na pesquisa de mercado e análise de requisitos.