



# Desenvolvimento de Solução de Pagamento e Arrecadação Multicanal via Open Finance para Utilities: Uma Análise da Implantação na CEMIG

**Tema:** Novos modelos de negócio

**Autores:** Gilson Paulillo; Lenon Rodrigues Botelho Fernandes; Kleber Couto

**Co-Autores:** Elisa Torres Castro, Johmerson Silva Neves, Wellington Cancian e Daniel Augusto de Brito Vendrix

**Empresa:** BillApp Instituicao de Pagamento Ltda

---

## Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento e implementação de uma solução multicanal de pagamentos fundamentada no Open Finance para o setor de Utilities, utilizando como estudo de caso sua aplicação na Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). O trabalho investigou os múltiplos aspectos envolvidos na integração entre sistemas legados e novas tecnologias financeiras, abordando não apenas os desafios técnicos e operacionais, mas também as complexidades organizacionais e culturais inerentes a um projeto desta natureza.

A metodologia empregada combinou de forma inovadora abordagens de Design Thinking e metodologias ágeis, resultando no desenvolvimento de uma plataforma pioneira que integra diversos canais de pagamento e arrecadação, com uma experiência única para o cliente. Os resultados obtidos demonstram ganhos importantes nos indicadores operacionais, incluindo a redução de custos operacionais, potencial melhoria na adoção de canais digitais e na satisfação dos clientes.

O estudo conclui, com base em evidências e dados quantitativos, que a integração do Open Finance ao setor de Utilities representa uma transformação na forma de relacionamento com os clientes e na gestão financeira das empresas do setor, estabelecendo novos padrões de eficiência operacional e qualidade de serviço que servirão como referência para futuras implementações em escala nacional e internacional.

## 1. Introdução

### 1.1 A Transformação Digital e as Inovações no Setor Financeiro

O sistema financeiro brasileiro tem se destacado globalmente como um dos mais inovadores e tecnologicamente avançados, caracterizando-se por sua notável capacidade de adaptação e pela rápida adoção de novas tecnologias. A última década foi marcada por transformações fundamentais que não apenas redesenharam o panorama dos serviços financeiros no país, mas também estabeleceram novos paradigmas de eficiência e inovação que têm sido estudados e replicados internacionalmente.

O Open Finance, coordenado pelo Banco Central do Brasil e também conhecido como Sistema Financeiro Aberto, representa uma transformação significativa no sistema financeiro brasileiro, caracterizada pela abertura e compartilhamento de dados e serviços entre as instituições financeiras. Esta iniciativa reg-

ulatória marca um novo paradigma na prestação de serviços financeiros, fundamentada em princípios de transparência, interoperabilidade e segurança da informação (BACEN, 2020).

Além disso, as inovações financeiras proporcionadas pelo Open Finance têm transformado a experiência dos usuários de serviços financeiros. Entre as principais inovações, destacam-se: (i) o iniciador de pagamentos, que permite a realização de transações diretamente de aplicativos de terceiros; (ii) o agregador de dados financeiros, que possibilita a visualização centralizada de todas as contas e investimentos do usuário; e (iii) os sistemas de recomendação personalizados, que utilizam algoritmos de machine learning para sugerir produtos e serviços financeiros mais adequados ao perfil do cliente (FERREIRA; MENDES, 2023).

Assim, o Open Finance representa uma convergência entre regulação, tecnologia e inovação financeira, criando um ecossistema mais dinâmico e competitivo. De acordo com Costa e Lima (2023), as instituições financeiras tradicionais têm investido significativamente em transformação digital e parcerias com fintechs para se manterem competitivas neste novo cenário. O futuro do Open Finance no Brasil aponta para uma maior democratização dos serviços financeiros, com a crescente adoção de tecnologias emergentes e o desenvolvimento de soluções cada vez mais sofisticadas, considerando aspectos como a inclusão financeira, a proteção de dados dos usuários, a segurança, a escalabilidade e a manutenção da estabilidade do sistema financeiro.

## **1.2 Contexto do Open Finance no setor de Utilities no Brasil**

As empresas prestadoras de serviços públicos, como água, saneamento, energia elétrica, gás e telefonia, conhecidas como Utilities, possuem diversos desafios para promover a digitalização dos seus serviços e engajar e fidelizar seus clientes. Neste contexto, além do serviço prestado em si, que é a principal forma de relacionamento entre a empresa e o cliente, há uma segunda forma de relacionamento que ocorre de forma recorrente e com frequência mensal, que é o pagamento da conta.

No processo convencional, as Utilities se preocupavam apenas com a emissão das faturas, seja em papel ou na forma digital, principalmente por e-mail, Whatsapp ou site das empresas. A última milha na jornada de pagamento sempre coube às instituições financeiras e respectivos correspondentes bancários. Logo, os clientes se acostumaram a realizar seus pagamentos nas agências bancárias, casas lotéricas, internet banking ou via aplicativo do banco, de acordo com a sua conveniência.

Dessa maneira, a falta de digitalização dos clientes constitui-se em desafio para que as Utilities possam reduzir os custos de arrecadação, pois na jornada de pagamento ainda é bem comum a emissão das faturas em papel, principalmente as que são feitas pelos leituristas das empresas de energia e água, e o pagamento por meios como custos de liquidação elevados, como casas lotéricas, agências bancárias ou em correspondentes bancários. Estima-se que o custo de arrecadação em um ambiente não digital, que envolve uma conta em papel, incluindo o custo do leiturista e com pagamento feito em casa lotérica, varia de R\$1,50 a R\$2,00, onde ainda se pode considerar custos de ações de cobrança e corte de fornecimento. Por outro lado, estima-se que o pagamento feito em ambiente digital, com a fatura digital e o pagamento via PIX, seja inferior a R\$ 0,50. Daí vem a importância de se promover uma jornada de pagamento completamente digital, de ponta-a-ponta, simples e segura, desde a emissão da fatura até o pagamento e liquidação.

O Banco Central do Brasil criou uma agenda propositiva de inclusão financeira para toda a sociedade brasileira. Esta agenda começou com a criação do PIX, pagamento instantâneo, em 2020. Atualmente, o PIX é um grande sucesso como meio de pagamento, pois já há mais de 147 milhões de usuários únicos, mais de 600 milhões de chaves PIX criadas para pessoas físicas e pessoas jurídicas, além disso, o PIX já alcançou a marca de 100 milhões de transações diárias. O PIX representa uma revolução no serviço financeiro com o seu funcionamento instantâneo 24h por dia, 7 dias na semana e de baixíssimo custo.

Neste aspecto, o Open Finance oportuniza justamente que empresas de serviços públicos possam oferecer a última milha da jornada de pagamento.

Das fases previstas para o Open Finance no Brasil, a fase que envolve a iniciação de transação de pagamento (ITP) é a mais importante para o desenvolvimento da solução. Iniciada em abril de 2022, esta possui subfases desenvolvidas ao longo de 2023 e 2024, destacando-se o agendamento de pagamento, o pagamento parcelado e encaminhamento de proposta de crédito.

Neste contexto, que envolve os desafios da digitalização do pagamento para as Utilities e, consequentemente, a redução dos custos de arrecadação, além do novo cenário de oportunidades e inovações no setor financeiro como Open Finance, encontra-se o desenvolvimento da presente solução de pagamento e arrecadação multicanal. Uma vez integrado aos diversos canais de atendimento da empresa de distribuição de energia elétrica – aplicativo, site, email whatsapp, SMS, dentre outros – este motor de pagamento visa proporcionar concomitantemente a melhoria na experiência dos clientes na jornada de pagamento via Open Finance, aumentar a digitalização dos pagamentos e reduzir os custos de arrecadação.

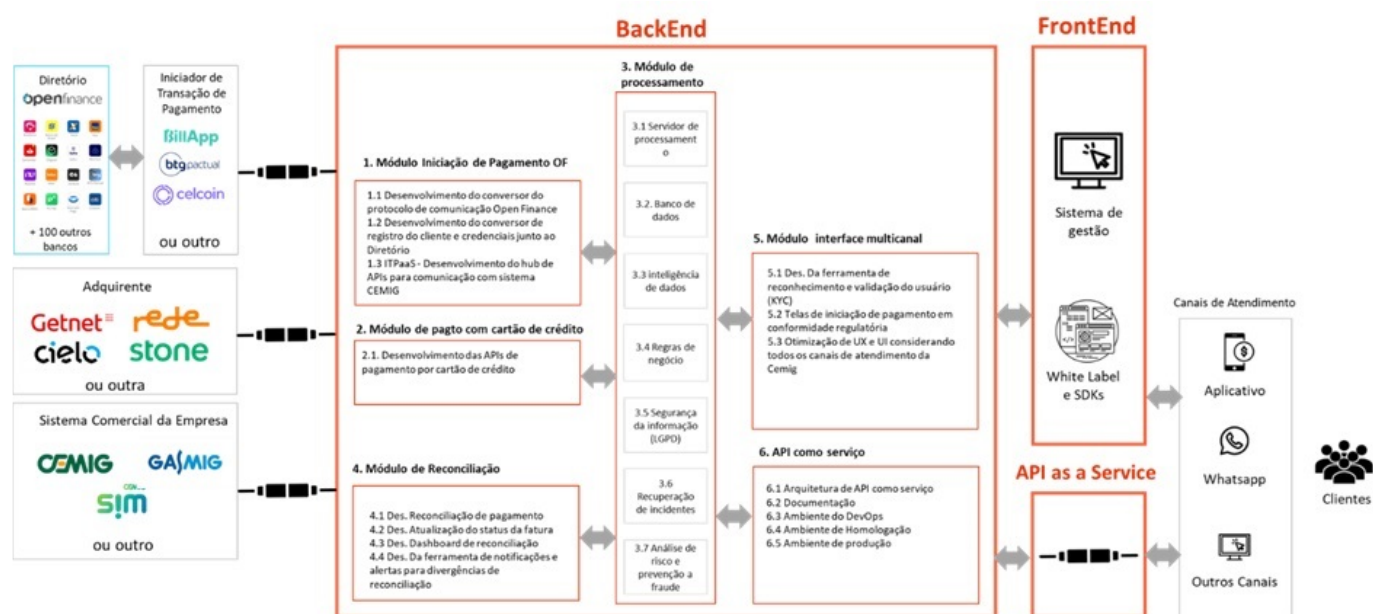
## **2. Desenvolvimento**

### **2.1 METODOLOGIA APLICADA**

A metodologia aplicada ao desenvolvimento da solução de pagamento integra as mais avançadas práticas de engenharia de software, design thinking e gestão ágil. Mais do que construir um sistema de pagamento, o objetivo central reside em criar uma plataforma tecnológica capaz de transformar a jornada de pagamento em uma experiência fluida, prática, segura e intuitiva para diferentes perfis de usuários. Assim, têm-se como principais componentes metodológicos:

- **Design Thinking:** teve como foco conhecer as jornadas dos usuários de sistemas de pagamento no setor de Utilities, mais especificamente no entendimento dos processos, canais e personas vinculadas ao cliente CEMIG;
- **Arquitetura de Software:** teve como foco maior flexibilidade, escalabilidade e resiliência do sistema;
- **Motor de Pagamentos:** multiplataforma de pagamento que integra diferentes métodos - Pix, boletos, cartões – que criou uma experiência unificada e fluida para o usuário. Esta tem como diferenciais competitivos a capacidade de processamento em tempo real, a robustez nos processos de conciliação e a flexibilidade para integração com diferentes sistemas bancários;
- **Interfaces de Experiência do Usuário:** buscou-se uma jornada de usuário intuitiva e que priorize todos os canais de relacionamento com o cliente, oferecendo uma jornada prática, segura e digital;
- **Testes e Qualidade:** buscou assegurar a qualidade sob múltiplas perspectivas: funcional, de desempenho, de segurança, de escalabilidade e de experiência do usuário.

Todos esses elementos são aplicados no desenvolvimento, evolução, testes e validações aplicados a cada um dos elementos indicados na arquitetura base da solução, cuja síntese é mostrada na Figura 1 (PAULILLO, 2024).



**Figura 1 - Arquitetura base do sistema de pagamentos**

## 2.2 ARQUITETURA DA SOLUÇÃO

O framework de desenvolvimento da solução considerou três camadas complementares e interdependentes, cada uma desempenhando um papel crucial no sucesso do projeto. Na camada estratégica, a etapa de Design Thinking proporcionou um framework estruturado para a compreensão das jornadas de pagamento, processos e sistemas adotados e, principalmente, o conhecimento sobre o perfil e as necessidades dos usuários. Isso possibilitou o entendimento do atual estágio dos processos de pagamento e arrecadação adotados pela CEMIG e o mapeamento das personas relacionadas a cada perfil de cliente da empresa e as jornadas de pagamento utilizadas em cada um dos diferentes canais de relacionamento e arrecadação com o cliente.

No campo tecnológico, buscou-se a estruturação de um arcabouço tecnológico que permita a adoção da solução de pagamento de forma simples, intuitiva e segura, estando a mesma integrada aos sistemas legados da CEMIG nos seus diferentes canais, promovendo interatividade, simplicidade, segurança e facilidade de uso por parte do cliente. Neste plano operacional foram aplicados elevados padrões de qualidade e as melhores práticas de desenvolvimento de sistemas, o que permitiu uma abordagem modular para os diversos componentes do sistema.

### 2.2.1 Design Thinking

O processo de Design Thinking foi estruturado em fases distintas de forma a coletar os principais insumos, direcionamentos e definições importantes para o processo de desenvolvimento da solução para a jornada de pagamento da CEMIG, oportunizando eventuais desafios e gaps relacionados à atual jornada aplicada na empresa.

Nesse processo foram analisadas as seguintes dimensões: o setor elétrico e o mercado de energia, o posicionamento da CEMIG, o perfil do cliente CEMIG e suas necessidades na jornada de pagamento e o uso dos canais de relacionamentos físicos e digitais, tais como o aplicativo CEMIG, site, email, whatsapp e totens.

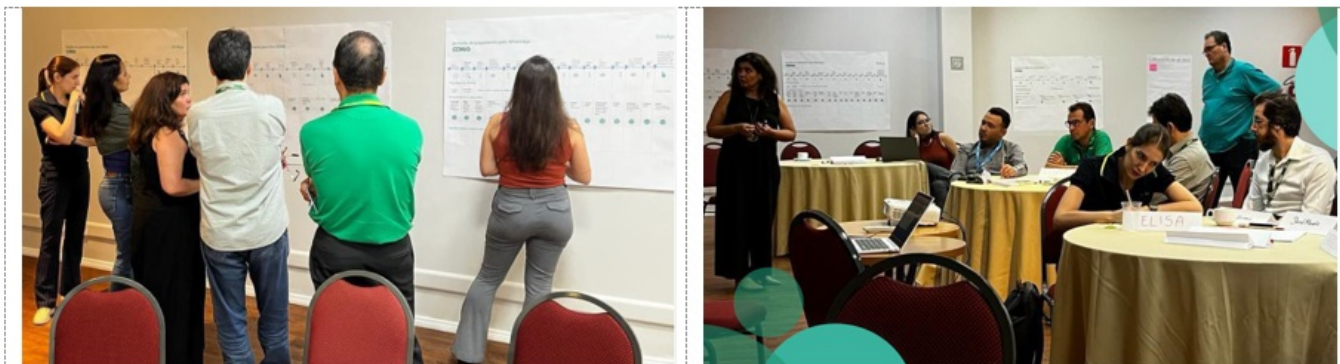
O estudo aprofundado do perfil dos clientes resultou na identificação de cinco personas principais, cada uma representando um segmento significativo da base de usuários da CEMIG. Como exemplo, o Cliente Digital Nativo, representando 25% da base total, emergiu como um segmento crucial para a estratégia de digitalização. Este grupo é composto predominantemente por indivíduos entre 18 e 35 anos, com formação

superior completa ou em andamento, concentrados principalmente em áreas urbanas e caracterizados por uma renda média-alta. Sua relação com a tecnologia é marcada por uma profunda integração digital em todos os aspectos da vida, resultando em expectativas elevadas quanto à qualidade e conveniência dos serviços digitais. O comportamento deste segmento é caracterizado por uma forte preferência por soluções self-service e uma aversão significativa a processos que exigem interação humana ou procedimentos manuais. Sua familiaridade com tecnologia se traduz em uma capacidade natural de adaptar-se a novas interfaces e funcionalidades, embora isso venha acompanhado de uma baixa tolerância a falhas ou inconsistências nos serviços digitais. Este grupo demonstra uma forte propensão a adotar novos canais e funcionalidades, frequentemente atuando como early adopters e influenciadores para outros segmentos. Outro exemplo de perfil de cliente identificado é o Tradicionalista Digital. Representando 30% da base de clientes, emerge como um segmento igualmente significativo, porém com características e necessidades distintamente diferentes. Este grupo é composto majoritariamente por profissionais estabelecidos, com idade entre 36 e 50 anos, residentes em áreas suburbanas e caracterizados por uma renda média estável. Sua relação com a tecnologia é marcada por uma adoção cautelosa e seletiva, priorizando a segurança e a confiabilidade sobre a inovação por si só. Esse processo possibilitou as seguintes percepções:

- Segurança em relação ao processo de pagamento de contas e à proteção de seus dados pessoais;
- Organização financeira por meio de aplicativos ou sistemas que ajudem a gerenciar e acompanhar as finanças de forma mais eficiente;
- Recomendação de amigos para experimentar novas tecnologias e novos métodos de pagamento;
- Valorização sobre a qualidade dos serviços oferecidos e a experiência de atendimento ao cliente.

A etapa seguinte ocorreu por meio da realização de um workshop de ideação para discutir as atuais jornadas de pagamento utilizadas pela CEMIG relacionadas aos seguintes canais: casas lotéricas, aplicativo, site e whatsapp. Nessa atividade participaram representantes das áreas de Arrecadação, Tecnologia da Informação, Inovação, Comercial e Comunicação. Para cada canal foram identificados o passo a passo para o processo de pagamento, o que foi importante para identificar potenciais aprimoramentos, eficiência e melhorias. Como principal direcionador para os participantes definiu-se a melhoria na jornada de pagamento do cliente CEMIG com impacto nas percepções mencionadas anteriormente pelos próprios clientes. O resultado indicou potenciais melhorias para aspectos de segurança, facilidade de uso, social selling e na experiência do cliente, além de contribuições para o processo de pagamento e engajamento e fidelização do cliente CEMIG, destacando-se os seguintes itens: reconhecimento do cliente por meio do CPF e autenticação por digital ou face ID; comunicação por whatsapp com disponibilização de link de pagamento e compartilhamento do recibo de pagamento; programa de incentivo para adoção de outros meios de pagamento e por meio de indicação; incentivo ao uso de biometria em canais digitais; pagamento em totens de autoatendimento; campanhas de estímulo a digitalização, recompensas e programas de conversão para o cliente digital CEMIG. A Figura 2 mostra detalhes do workshop de ideação sobre a jornada de pagamento aplicada na CEMIG (PAULILLO, 2024).





**Figura 2 – Workshop de Ideação sobre a Jornada de Pagamento CEMIG**

### **2.2.2 Arquitetura do Sistema**

A transformação digital no setor de distribuição de energia elétrica encontra no Open Finance um dos mais revolucionários instrumentos de modernização dos processos de arrecadação e relacionamento com consumidores. A arquitetura de um sistema de pagamento multicanal representa hoje muito mais do que uma solução tecnológica: configura-se como uma estratégia corporativa fundamental para as distribuidoras que buscam competitividade, eficiência operacional e experiência de usuário diferenciada em um mercado cada vez mais dinâmico e exigente. As recentes regulamentações do Banco Central, especialmente o Open Finance, criaram um ecossistema de integração financeira que demanda das distribuidoras de energia arquiteturas tecnológicas altamente flexíveis, seguras e interoperáveis.

Assim, desenvolver uma solução que integre múltiplos canais de pagamento, sistemas bancários diversos e diferentes modalidades de transação tornou-se um imperativo estratégico. A complexidade desta arquitetura reside precisamente na capacidade de integrar, de forma harmônica e em tempo real, diferentes tecnologias, regulamentações e expectativas de usuários. Um sistema verdadeiramente multicanal demanda muito além de interfaces digitais: requer uma concepção sistêmica que contemple segurança de dados, processamento de transações em múltiplas plataformas, inteligência analytics para tomada de decisão, conformidade regulatória e uma experiência de usuário absolutamente fluida e intuitiva. A arquitetura desenvolvida representa, portanto, um salto qualitativo no modelo de arrecadação das distribuidoras de energia, transformando um processo historicamente burocrático em uma jornada digital, personalizada e centrada no consumidor.

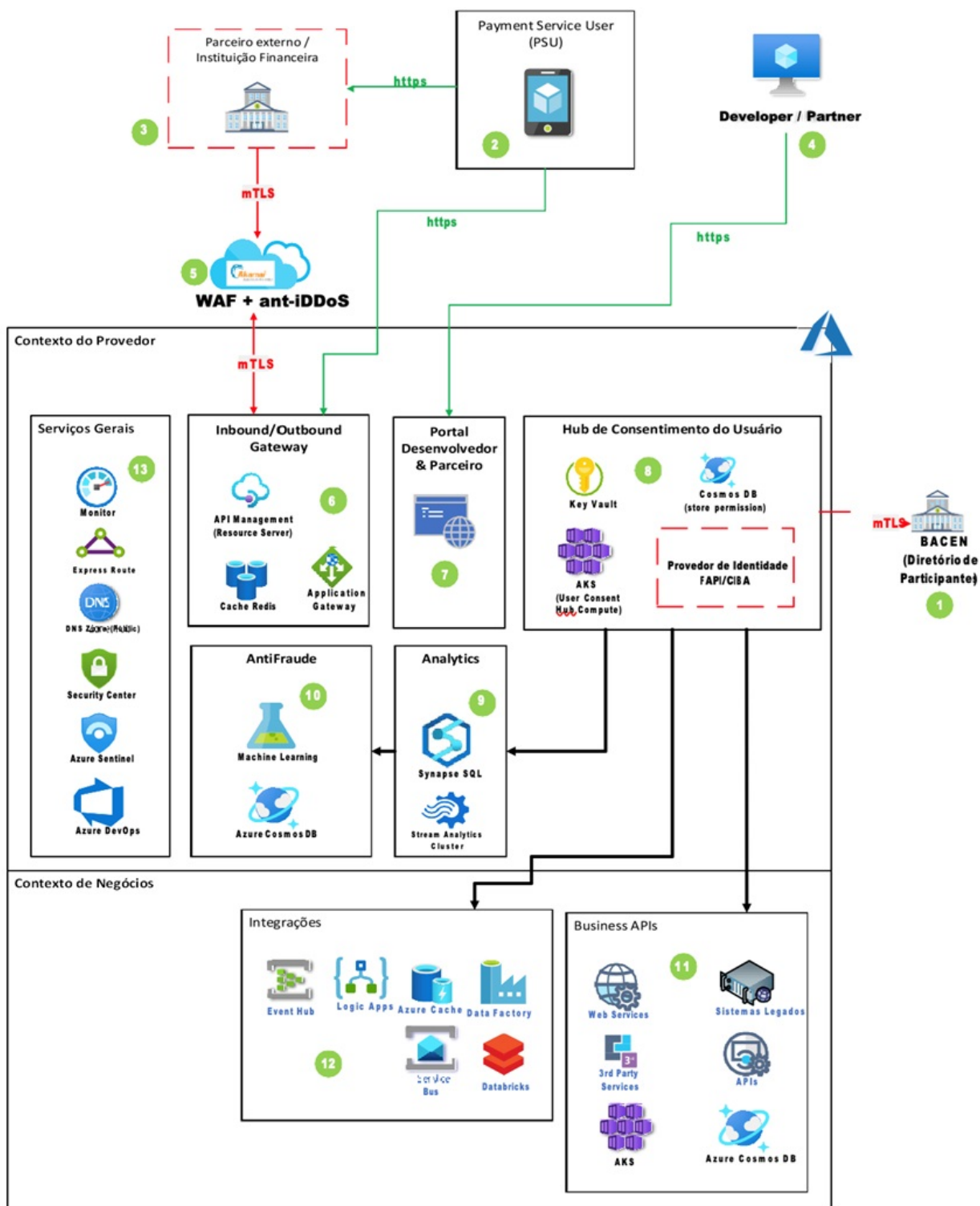
Nesse contexto, é mandatório que a arquitetura da solução esteja em linha com as diretrizes e orientações do Banco Central do Brasil para o Open Finance. Estas dizem respeito à experiência do usuário, bem como em relação aos seguintes aspectos (Couto, 2024):

- Aceleração da entrada dos participantes, com foco no compartilhamento seguro de dados, para incentivar a competitividade;
- Facilitação da criação de um novo ecossistema financeiro brasileiro, baseado em fundamentos sólidos de segurança e privacidade;
- Integração de serviços financeiros às diferentes jornadas digitais dos clientes;
- Personalização de novos produtos e serviços, de acordo com percepções obtidas pelo compartilhamento de dados.

#### **2.2.2.1 Arquitetura principal**

Com base nesses princípios e orientações, além das características relacionadas aos próprios sistemas legados da CEMIG, foi desenvolvido um modelo de arquitetura que visa acomodar esse balanceamento e atender a todos os requisitos do Open Finance no Brasil. Ademais, em muitos países pioneiros no uso de APIs abertas no sistema financeiro, como Reino Unido e Austrália, foi adotado como padrão a norma ISO 20022 e especificações técnicas como FAPI/CIBA. Esses padrões foram replicados para o Brasil.

A Figura 3 apresenta a arquitetura principal desenvolvida para a solução de pagamento, mostrando o ambiente principal, com os submódulos e seus respectivos componentes e serviços. É uma visão completa com todos os componentes, sendo que há uma divisão entre os componentes propostos e infraestrutura (COUTO, 2024).



**Figura 3 – Arquitetura principal do sistema de pagamento e arrecadação multicanal**

Nesta arquitetura destacam-se os seguintes módulos:

1. **Diretório de Participantes (BACEN):** elemento essencial para a infraestrutura integrada ao Open Banking, uma vez que gerencia as credenciais dos participantes do Open Banking.
2. **Acesso via usuário (PSU):** O serviço PSU (Payment Service User) é compreendido por pessoa física ou jurídica representados, respectivamente, por um usuário de um aplicativo que acessa dados das instituições financeiras ou uma instituição financeira que acessa dados de outra instituição.



3. Acesso de parceiros externos / Instituições Financeiras: podem ser um Provedor de Serviços de Pagamento que oferece serviços de pagamento, tais como AISPs, PISPs, CBPIIs e ASPSPs. Há também o Provedor de Iniciação de Serviços de Pagamento, que provê um serviço para iniciação de uma transação de pagamento, utilizando outro provedor de serviços financeiros.

4. Acesso pelo desenvolvedor e/ou parceiro: os desenvolvedores de instituições parceiras têm à sua disposição um portal de desenvolvimento e parceiros, onde têm acesso às documentações das APIs oferecidas através da arquitetura de Core Open Banking. O acesso ao ambiente de Sandbox é fornecido com segurança, dados simulados (mock), certificados, autenticação, que são fidedignos para executar testes durante o desenvolvimento das aplicações.

5. Módulo Satélite do Hub de Consentimento do Usuário: módulo que armazena e processa as tratativas relacionadas aos consentimentos de usuários e sua gestão, autenticação e autorização das identidades utilizando Financial-grade API Security Profile (FAPI R/W OP com chave privada).

6. Módulo Satélite Antifraude: o módulo Antifraude pode receber todos os dados oriundos de fontes de dados transacionais dos sistemas legados para detecção de transações fraudulentas e lavagem de dinheiro.

7. Acesso às APIs de Negócios: tem por objetivo de fornecer a infraestrutura necessária para os serviços base de exposição dos dados de Open Banking, com a escalabilidade requerida.

8. Integrações: contém os serviços utilizados nas integrações com sistemas legados ou outros sistemas do participante, que fornecem dados ou determinam regras de negócios para os dados de Open Banking. Considerando a estrutura adotada na Figura 3, observa-se a necessidade de adoção de uma solução em nuvem que suporte os requisitos de segurança, escalabilidade e conformidade com os sistemas CEMIG. Nesse sentido, foi adotada a solução da Microsoft Azure pelos seguintes motivos:

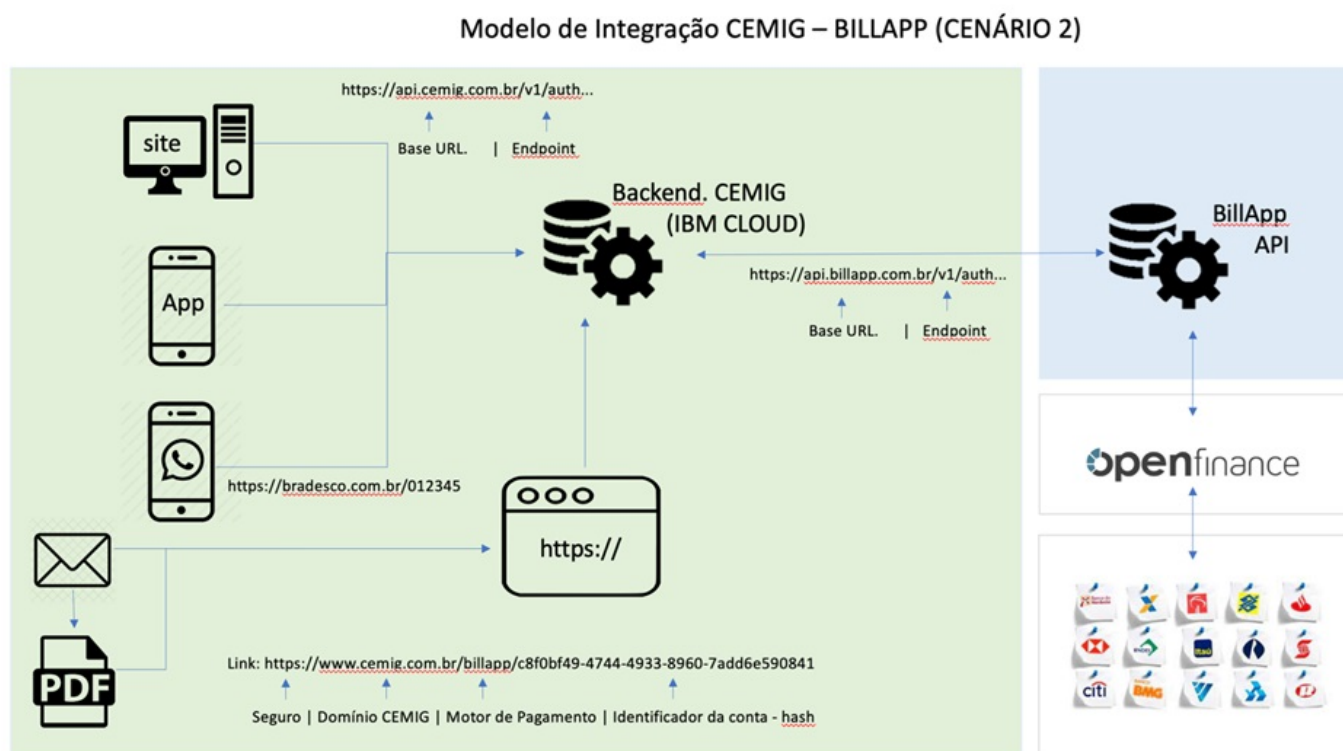
- Integração nativa a tecnologias Microsoft e em linha com os sistemas legados atualmente em uso pela CEMIG;
- Recursos avançados de segurança, privacidade e conformidade, cruciais no setor financeiro;
- Ferramentas de Inteligência Artificial e Machine Learning para análises preditivas;
- Ótimos recursos para desenvolvimento de aplicativos web e mobile;
- Arquiteturas modulares e flexíveis, integráveis ao ambiente atual e outros serviços do Azure;
- Atende requisitos definidos para implementar a arquitetura do Open Finance no Brasil pelas instituições participantes;
- Suporta o fluxo de consentimento integrado a provedores de identidade (FAPI R/W com chave privada);
- Possui módulos de análise e antifraude, além de um framework (Presidio) para garantir a privacidade de dados, como requer a LGPD;
- Capacidade para receber dados de diversas fontes e gerar novas percepções;
- Facilita o processo de monetização em fases posteriores do Open Finance no Brasil (II, III e IV), por exemplo com planos Freemium, Silver e Gold no Azure API Management;
- Contempla sandbox regulatório, inovação e testes;
- Arquiteturas construídas com requisitos de escalabilidade, agilidade, elasticidade e alta disponibilidade, características nativas da nuvem Azure.
- Parceria com o BACEN no programa Cloud First para promover a transformação digital de bancos e fintechs.

Assim, pela maior facilidade de integração, recursos voltados para o setor financeiro e parceria local com agentes-chave, o Microsoft Azure é a plataforma escolhida pela BillApp melhor atender aos requisitos do Open Finance brasileiro.

### 2.2.2.2 Arquitetura da aplicação e integração com os canais digitais

A integração da solução de pagamento com os canais digitais da CEMIG é fundamental para o sucesso da solução e sua incorporação plena e operacional nos diversos canais digitais de relacionamento com o cliente. De forma prática, indica como a solução de pagamento estará incorporada ao aplicativo, ao site, ao email, ao whatsapp ou a qualquer outro canal de interesse da empresa.

Esta integração viabiliza a operação da solução e a interação com o cliente na preparação e iniciação do pagamento, que ocorre dentro do ambiente CEMIG. A respectiva autenticação e aprovação do pagamento ocorre dentro do ambiente do banco detentor da conta do cliente, respeitando assim os requisitos de gerenciamento, controle e segurança de ambos os lados (CEMIG e Banco Central). Dessa forma, a solução de pagamento desenvolvida funciona como um middleware, ou seja, atuando como uma camada de abstração e provendo serviços e funcionalidades para integração entre as pontas. Esta configuração é mostrada na Figura 4 (COUTO, 2024).



**Figura 4 – Arquitetura da aplicação e integração com os canais de pagamento da solução**

Como exemplo prático da arquitetura da aplicação pode-se considerar a jornada de pagamento por meio do canal email, que considera os seguintes passos:

1. Recebimento do email de cobrança / fatura pelo cliente;
2. Validação do token com os três primeiros dígitos do CPF;
3. Seleção do banco de pagamento pelo cliente;
4. Integração com SAP e banco para acesso aos dados da fatura e código PIX de recebimento;
5. Redirecionamento para o banco do cliente para confirmação e aprovação do pagamento;
6. Redirecionamento, após aprovação do cliente, para o ambiente CEMIG com o comprovante de pagamento e baixa provisória da liquidação do débito do cliente.

O desenvolvimento e implantação desta solução de pagamentos traz os seguintes benefícios para a CEMIG e seus clientes:

Para o consumidor, (i) facilidade, simplicidade, rapidez e segurança no pagamento das contas de consumo, por utilizar uma jornada de pagamento nos mais diversos canais (aplicativo, site, email, whatsapp) sem a necessidade de migrar entre os aplicativos da empresa e instituições financeira e inserir informações manualmente como valor e data de pagamento de uma fatura; (ii) liberdade na escolha da conta bancária para efetuar os débitos, visto que o canal de comunicação está integrado, via Open Finance, às instituições financeiras em que o usuário é o titular; e, (iii) aprimoramento do controle financeiro do usuário, que possuirá diversas opções, para além de aplicativos, para ser notificado e poder gerir os pagamentos que devem ser realizados.

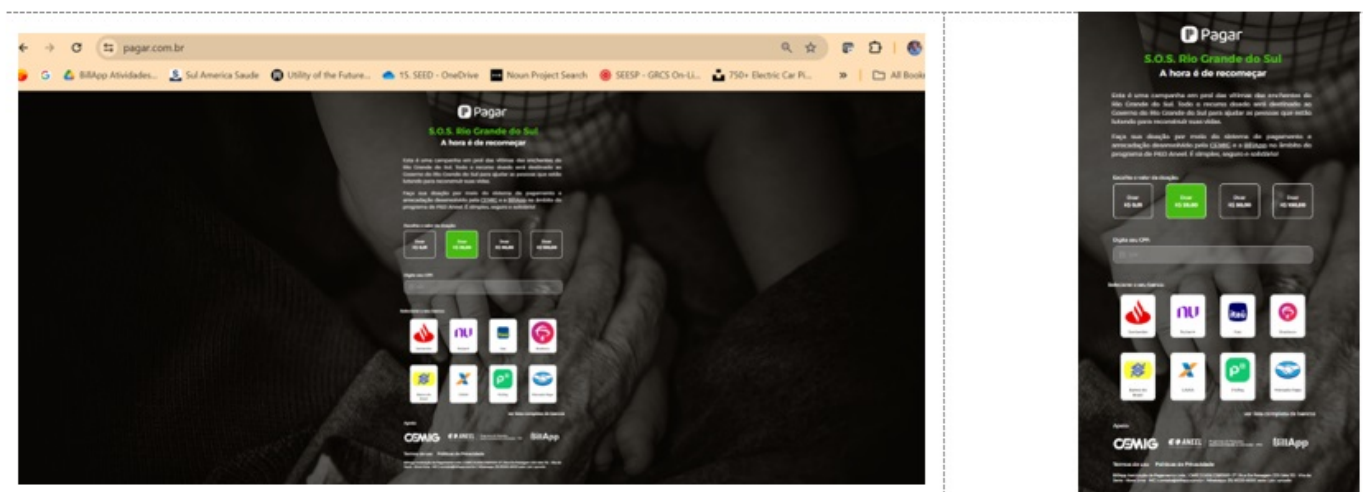
- Para a CEMIG e demais utilities, (i) redução de custos operacionais por meio da digitalização e automação do processo de arrecadação de pagamentos através de multicanais integradas às instituições financeiras através do Open Finance; (ii) recebimento instantâneo via PIX das faturas dos clientes, sem custódia de valores e sem as burocracias intrínsecas aos processos de arrecadação de pagamentos por meios físicos ou que envolvam credenciadoras de cartões de pagamento, por exemplo; e, (iii) minimização da inadimplência devido à agilidade e aos lembretes de pagamento possibilitados pelos múltiplos canais de comunicação em que a invenção é passível de implementação.

### **2.3 Validação e Testes da Solução**

A etapa de testes e validação da solução tem um papel fundamental e estratégico, considerando o impacto direto na receita da distribuidora, na experiência do cliente e na conformidade regulatória exigida pelo setor financeiro e elétrico. A robustez, escalabilidade, confiabilidade e segurança do sistema são elementos imprescindíveis, uma vez que falhas podem resultar em prejuízos financeiros significativos, danos à reputação da empresa e problemas de compliance junto aos órgãos reguladores.

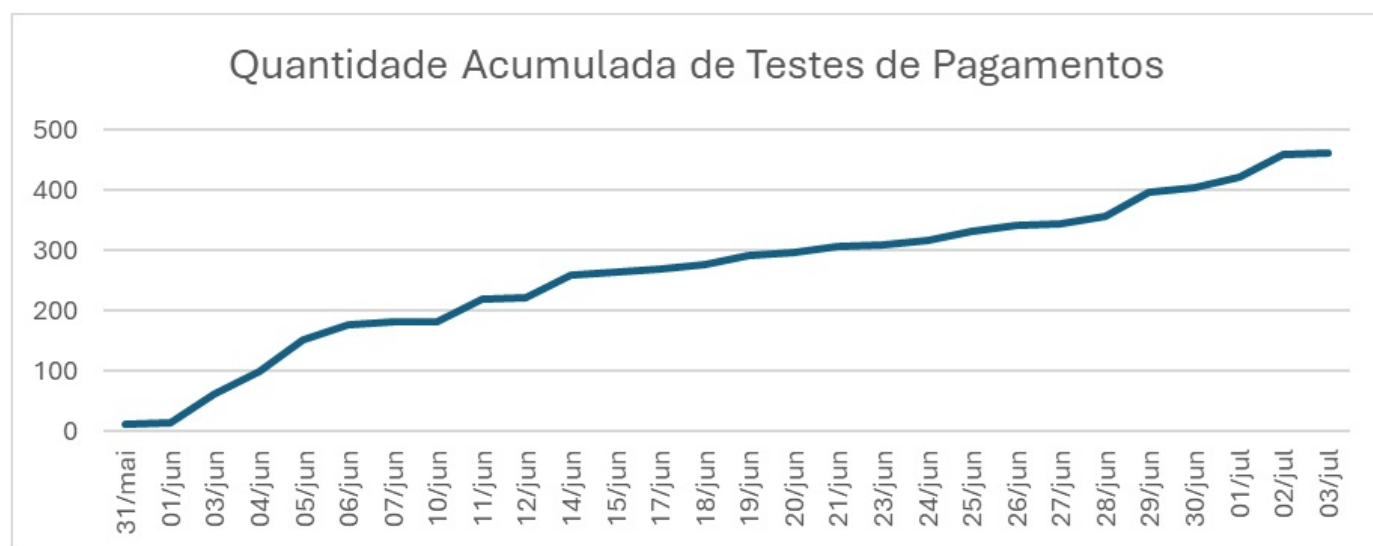
A estratégia de testes e validação do sistema de pagamento multicanal fundamentou-se em três pilares críticos: validação operacional das APIs do Open Finance, comunicação com sistemas legados da distribuidora e a experiência do usuário através do canal web. A validação das APIs de pagamento via Open Finance seguiu um protocolo estruturado que inicia com testes unitários automatizados das interfaces de comunicação, validação dos fluxos de autenticação OAuth 2.0, verificação da conformidade com especificações técnicas do Banco Central, testes de performance sob diferentes volumes transacionais e validação dos mecanismos de segurança e criptografia. Os testes contemplam cenários críticos como timeout de conexão, retry policies, validação de schemas de mensagens, tratamento de erros e exceções, além de simulações de diferentes condições de resposta das instituições financeiras participantes.

De forma prática para validar a aceitação da solução de pagamento para o mercado em geral, foi desenvolvida uma prova de conceito (PoC), onde foi disponibilizado para a sociedade uma plataforma de doação para o SOS Rio Grande do Sul, consolidada com a jornada de pagamento via Open Finance e em aderência ao que foi previsto no projeto. A página de doação para o SOS Rio Grande do Sul se encontra disponível no endereço [www.pagar.com.br](http://www.pagar.com.br). A jornada de doação é similar ao pagamento de uma fatura e contempla os seguintes passos: o usuário precisa selecionar o valor de doação, inserir o CPF, escolher o banco e concluir a autorização do pagamento no banco escolhido após o redirecionamento do site para o app do banco. Na sequência, o banco redireciona o cliente de volta para o site do pagar com apresentação do comprovante de pagamento. A doação é feita por meio do PIX para a conta oficial do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. O método de pagamento da solução se deu por meio de um Protótipo Funcional de alta fidelidade, que demonstra na prática a disponibilidade do PIX Open Finance da BillApp para a realização de um pagamento. Esse processo pôde ser testado em ambiente web e em ambiente mobile conforme a Figura 5 (PAULILLO, 2024).



**Figura 5 – Teste da jornada de pagamento – doação para o Rio Grande do Sul**

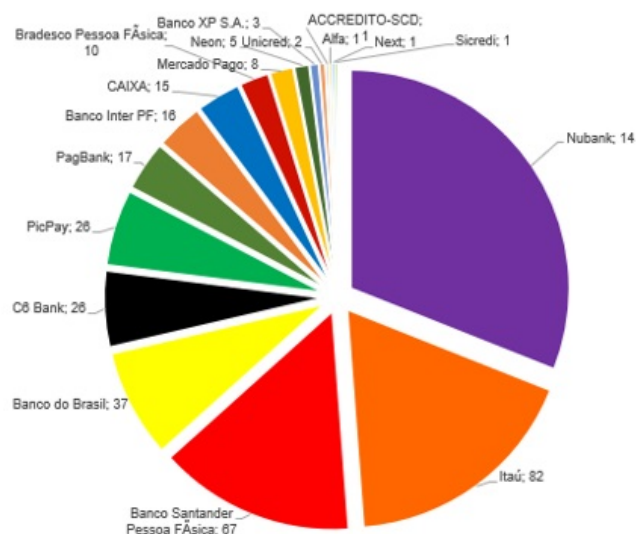
Em termos de execução da PoC e como forma de mostrar a efetividade da solução, foram realizadas 461 (quatrocentos e sessenta e uma) tentativas de doação no período de 31/05/2024 e 03/07/2024 – vide Figura 6.



**Figura 6 – Volume de pagamentos – doação para o Rio Grande do Sul - BillApp**

Foram realizados testes com quase 20 diferentes bancos de pessoa física, que apresentaram os resultados mostrados na Figura 7:

Rótulos de Linha	CONSENT. REJECTED	ERROR	EXPIRED	PAYMENT_C OMPLETED	PAYMENT REJECTED	Total Geral
ACCREDITO-SCD	1					1
Alfa	1					1
Banco do Brasil	25	2		10		37
Banco Inter PF	10			6		16
Banco Santander Pessoa Física	35	12	2	18		67
Banco XP S.A.	3					3
Bradesco Pessoa Física	9			1		10
C6 Bank	21			5		26
CAIXA	14			1		15
Itaú	32	5		32	13	82
Mercado Pago	2			6		8
Neon	3			2		5
next	1					1
Nubank	66	5	1	65	6	143
PagBank	9			8		17
PicPay	5			21		26
Sicredi				1		1
Unicred	2					2
<b>Total Geral</b>	<b>239</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>176</b>	<b>19</b>	<b>461</b>



**Figura 7 – Testes do sistema de pagamento - doação para o Rio Grande do Sul**

Com base nos resultados apurados, observa-se que a metade das indicações de erro ocorreram com único banco. As principais causas identificadas nestes casos foram observadas durante o final de semana, quando os bancos estavam realizando atualizações e o serviço de pagamento ficou indisponível ou instável durante alguns momentos. Os pagamentos rejeitados (PAYMENT\_REJECTED) ocorreram em sua maioria durante os testes internos, mais de 80% destes pagamentos rejeitados foram com a equipe do projeto. O baixo índice de pagamento rejeitado demonstra a propensão do cliente de concluir a transação e confiar no método de pagamento.

No caso de transações com status de consentimento rejeitado, foi identificado que estas ocorreram devido a iniciação do pagamento se dar por meio do computador e fechamento do app do banco ou tela do celular antes de concluir toda etapa de redirecionamento do app do banco para o site do SOS Rio Grande do Sul. E, ainda pelo teste da solução de pagamento por pessoas curiosas pela novidade, porém desconfiada em prosseguir com o pagamento.

Como conclusão pode-se afirmar que o teste foi um sucesso para entender e acompanhar a experiência de visitantes fazendo uso pela primeira vez da solução, utilizando instituições financeiras diversas em aparelhos diversos (iPhone e Android) e, principalmente, com uma taxa de sucesso significativa para esta etapa de validação com bom funcionamento do ambiente e sistema. Ademais, o feedback recebido em termos de experiência do usuário que passaram pela jornada de pagamento no uso da plataforma foi extremamente positivo para a identificação de problemas e desenvolvimento de melhorias. Este protótipo apresenta a mesma experiência a ser oferecida nos diferentes canais de atendimento da CEMIG e é resultante de todo o desenvolvimento empreendido no desenvolvimento, implantação e testes da solução de pagamento.

### 3. Conclusão

O desenvolvimento e implementação do sistema de pagamento multicanal via Open Finance representa um marco significativo na transformação digital do setor elétrico brasileiro, estabelecendo novos padrões de inovação tecnológica e experiência do usuário. A solução desenvolvida destaca-se não apenas pela



sofisticação técnica de sua arquitetura baseada em microsserviços e pela integração seamless com o ecossistema do Open Finance, mas principalmente pela capacidade de simplificar processos complexos de pagamento em uma experiência fluida e intuitiva para o consumidor. A robustez da arquitetura, comprovada através de testes de carga e segurança, demonstra a maturidade de uma solução capaz de processar grande volume de transações mensais, mantendo altos níveis de disponibilidade e performance, enquanto assegura total conformidade com as regulamentações do setor financeiro e elétrico.

A experiência do usuário emerge como um diferencial competitivo fundamental da solução. A simplicidade na jornada de pagamento, combinada com múltiplas opções de canais e métodos de pagamento, reduziu o tempo médio de processamento de faturas e contribui no aumento na taxa de conversão digital. Os mecanismos de segurança implementados, incluindo autenticação multifator e criptografia de ponta a ponta, estabelecem um novo paradigma de confiabilidade em transações financeiras no setor de utilities, sem comprometer a usabilidade ou a agilidade do processo.

Os benefícios tangíveis para a CEMIG foram a otimização do processo, redução potencial e significativa nos custos de arrecadação no mix de canais e na melhoria nos índices de adimplência. A escalabilidade da solução, fundamentada em uma arquitetura cloud-native, permite não apenas acomodar o crescimento natural da base de clientes, mas também habilita a rápida incorporação de novas funcionalidades e canais de pagamento. O sucesso do projeto demonstra como a convergência entre inovação tecnológica, design centrado no usuário e conformidade regulatória pode transformar processos tradicionais do setor elétrico, criando valor sustentável para a empresa e seus consumidores. A solução desenvolvida estabelece-se assim como um case de referência para o setor elétrico.

Por fim, os autores agradecem o apoio técnico proporcionado por todos os times técnicos e de inovação da CEMIG, bem como o apoio financeiro do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico, regulado pela ANEEL.

## **4. Referências bibliográficas**

BASON, C.; AUSTIN, R. D. The right way to lead design thinking. Harvard Business Review, v. 97, n. 2, p. 82-91, 2019.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Relatório de Economia Bancária 2020. Brasília, DF: BACEN, 2020.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Resolução BCB nº 32, 29 de outubro de 2020. Brasília, DF: BACEN, 2020.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Instrução Normativa BCB nº 365- Plano de adequação do Open Finance no Brasil, de 28 de março de 2023. Brasília, DF: BACEN, 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Instrução Normativa BCB nº 298, de 2022 – Manual de Experiência do Cliente, de 23 de agosto de 2022. Brasília, DF: BACEN, 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Instrução Normativa BCB nº 305 - Manual de Segurança, de 15 de setembro de 2022. Brasília, DF: BACEN, 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Instrução Normativa BCB nº 456 – Manual de APIs do Open Finance, de 29 de fevereiro de 2024. Brasília, DF: BACEN, 2024.

BROWN, T. Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

COSTA, M. R.; LIMA, P. S. Transformação Digital no Setor Financeiro Brasileiro: Um estudo sobre o impacto do Open Finance. Revista de Administração e Inovação, v. 20, n. 2, p. 145-168, 2023.

COUTO, K. Arquitetura da Solução – Sistema de Pagamento e Arrecadação Multicanal. CEMIG. Fevereiro de 2024.

FERREIRA, A. C.; MENDES, R. T. Inovações Financeiras no Contexto do Open Banking: Uma análise das novas soluções tecnológicas. Revista Brasileira de Finanças, v. 21, n. 3, p. 78-95, 2023.

FOWLER, S. J. Microsserviços prontos para produção: Construção de sistemas padronizados em uma organização de engenharia de software. São Paulo – SP. Novatec – LTDA, 2017.

OLIVEIRA, M. S.; SILVA, R. A.; SANTOS, T. C. Distributed Ledger Technology e Smart Contracts no Sistema Financeiro Brasileiro. Journal of Financial Innovation, v. 8, n. 2, p. 201-220, 2023.

PAULILLO, G.; FERNANDES, L. Relatório Trimestral – Sistema de pagamento e arrecadação multicanal. CEMIG. Maio de 2024.

PIRES, J. C. L.; CHRISTENSEN, C. M. The rise of global fintech: New challenges for competition policy. Competitive Policy International, v. 17, n. 1, p. 59-78, 2021.

RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, M. B.; COSTA, R. S. APIs e Inovação no Setor Financeiro: Um estudo sobre o Open Finance no Brasil. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, v. 19, n. 2, p. 225-246, 2022.

SANTOS, F. A.; MARTINS, G. R. O Futuro do Open Finance: Perspectivas e Desafios para o Sistema Financeiro Brasileiro. Revista de Direito, Economia e Tecnologia, v. 15, n. 1, p. 45-67, 2023.

SCHWABER, K. Agile Project Management with Scrum. Microsoft Press. 2004.