

AIRTON DE SOUZA OLIVEIRA
ANDRÉ GUARINO DE ALMEIDA

Sistema de Auditoria de Faturas de Energia em Geração
Distribuída

São Paulo
2022

AIRTON DE SOUZA OLIVEIRA
ANDRÉ GUARINO DE ALMEIDA

Sistema de Auditoria de Faturas de Energia em Geração Distribuída

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica.

São Paulo
2022

AIRTON DE SOUZA OLIVEIRA
ANDRÉ GUARINO DE ALMEIDA

Sistema de Auditoria de Faturas de Energia em Geração Distribuída

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração:
Engenharia Elétrica com Ênfase em
Computação e Sistemas Digitais

Orientador:
Professor Doutor Jorge Luis Risco
Becerra

São Paulo
2022

RESUMO

O que se desejou criar é um sistema computacional capaz de receber um arquivo de fatura em formato PDF, extrair todos os seus dados, organizá-los de forma a compará-los e identificar possíveis equívocos nos mesmos, realizando assim uma auditoria dessas faturas. Em sequência deve haver uma apresentação clara e simples dos dados a um cliente, considerado não especialista na área. Os dados devem ser apresentados de forma que haja fácil compreensão por parte de um público leigo. O escopo desse projeto é especificamente tratar de Geração Distribuída, geração de energia renovável próxima ou no local de consumo, posteriormente explicado em mais detalhes neste documento.

Palavras-chave: Auditoria de faturas, Geração Distribuída

ABSTRACT

The aim of this study is to create a computational system capable of receiving a PDF file of an electricity bill, extracting all of its information, organizing that in a way it is possible to compare the data, seeking inconsistencies and possible errors, thus executing the bill audit. What follows is a clean presentation in a visualization platform to a client that is not necessarily an expert in the field. All the information shown in the aforementioned platform must be easily understandable by a lay audience. The scope of this project is specifically Distributed Generation, a variety of technologies that generate renewable electricity at or near where it will be used, later explained in more detail in this document.

Keywords: Electricity Bill Audit, Distributed Generation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Metodologia em Cascata.....	Pág 12
Figura 2- Classificação dos Objetos no PDF	Pág 25
Figura 3 - Delimitação Horizontal PDF Miner	Pág 25
Figura 4 - Delimitação Vertical PDF Miner	Pág 25
Figura 5 - Caixas de Texto	Pág 26
Figura 6 - Arquitetura do Sistema	Pág 29
Figura 7 - Fluxo de Dados no Sistema	Pág 29
Figura 8 - Modelo do banco de dados no nível lógico	Pág 32
Figura 9 - Folha “Dados Crus”	Pág 33
Figura 10 - Folha Coordenadas concatenadas	Pág 34
Figura 11 - Folha Tratamento de dados 1	Pág 34
Figura 12 - Folha Tratamento de dados 2	Pág 35
Figura 13 - Folha Dados Organizados	Pág 36
Figura 14 - “Dicionário”	Pág 37
Figura 15 - Folha Auditoria de Captura	Pág 38
Figuras 16 - Teste Fatura Energisa 1	Pág 40
Figuras 17 - Teste Fatura Energisa 2	Pág 47
Figuras 18 - Teste Fatura ENEL	Pág 50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GD - Geração Distribuída

PDF - *Portable Document Format*

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

UC - Unidade Consumidora

UG - Unidade Geradora

RN - Resolução Normativa

DBMS - *Data Base Management System* (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados)

API - *Application Programming Interface* (Interface de Programação de Aplicação)

MIT - *Massachusetts Institute of Technology* (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)

CEP - Código de Endereçamento Postal

SUMÁRIO

1. Introdução	10
1.1. Motivação	10
1.2. Objetivo	10
1.3. Justificativa	10
1.4. Método de trabalho	11
1.5. Organização do trabalho	12
2. Aspectos Conceituais	14
2.1. Compensação de energia elétrica	14
2.2. Design de serviço	15
3. Especificação	16
3.1. Requisitos Funcionais	16
3.1.1. Lista ações do usuário:	16
3.1.2. Lista de ações do sistema:	16
3.2. Requisitos Não-Funcionais	16
3.3. Levantamento de regras de auditoria	17
3.3.1. Críticas de Captura	17
3.3.2. Críticas de Energia	17
3.4. Casos de Uso	18
4. Projeto	23
4.1. Levantamento de tecnologias	23
4.1.1. PDF	23
4.1.2. Python	23
4.1.3. PDFMiner	24
4.1.4. Banco de dados relacional: PostgreSQL	26
4.1.5. JavaScript e TypeScript	27
4.1.6. Node.js	27
4.1.7. Vue.js	28
4.1.8. Express.js	28
4.1.9. Flask	28
4.2. Arquitetura do Sistema	28
4.3. Plano de testes	29
5. Implementação	32
5.1. Modelagem do banco de dados	32
5.2. Funcionamento da captura automática de dados	32
5.2.1. Extração dos dados	32
5.2.2. Planilhas de dados	32
1) “Dados Crus”	33

2) Concatenação das coordenadas	33
3) Tratamento dos dados	34
4) Dados Indexados	35
5) Auditoria de Captura	37
5.3. Obstáculos de desenvolvimento	38
5.4. Decisões de projeto	38
6. Verificação	39
6.1. Testes de Captura de dados	39
6.1.1. Testes com Faturas Energisa	39
6.1.1.1. Fatura 1	39
6.1.1.1.1. Críticas de Captura 1	46
6.1.1.2. Fatura 2	46
6.1.1.2.1. Críticas de Captura 2	49
6.1.2. Teste com Fatura Enel	49
6.1.2.1. Inserção manual de dados da fatura no sistema	52
6.2. Testes de interface	52
6.2.1. Teste do Caso de Uso 2: Entrar na conta (Login/"logar")	52
6.2.2. Teste do Caso de Uso 7: Subir Faturas para o Sistema	54
6.2.3. Teste do Caso de Uso 9: Histórico de Faturas	56
7. Conclusão	58
7.1. Evoluções futuras	58

ELEMENTOS TEXTUAIS

1. Introdução

1.1. Motivação

Nossa motivação é reduzir a ocorrência de erros em cobranças e/ou restituição em forma de créditos de energia, por parte das empresas fornecedoras, devido a inconsistências nos dados das faturas de energia no escopo de Geração Distribuída. Sendo Geração Distribuída (GD) o termo dado à energia elétrica gerada no local de consumo ou próximo a ele por fontes de energia renováveis.[1]

1.2. Objetivo

A fim de resolver os problemas no cálculo da compensação de energia elétrica, algumas soluções estão surgindo no mercado e a maioria está relacionada à auditoria de faturas (empresas como WEG Solar e Athon). Os valores calculados de tarifa, consumo, injeção na rede, compensação e saldo podem ser extraídos da fatura recebida pelo consumidor e utilizados para alimentar um software que cruze estes dados, provendo consistência no processo e garantindo que a cobrança seja justa. Uma auditoria pode ser usada para validar o benefício econômico de um instalação e checar questões de distribuição de energia no contexto de GD.

Uma possibilidade de estudo seria sobre os dados do próprio inversor instalado, contudo a obtenção de tais dados mostra-se incerta pois seria preciso entrar em contato com os responsáveis pela instalação de cada equipamento.

A fatura emitida pela distribuidora acaba sendo o principal objeto de estudo da auditoria, uma vez que a maior quantidade de erros decorrem da complexidade dos cálculos feitos em cima da geração e do consumo capturados.

1.3. Justificativa

Atualmente, a cobrança pelo uso do sistema de energia elétrica no Brasil é realizada por empresas responsáveis pela distribuição dessa energia. No entanto, elas muitas vezes carecem de tecnologia e organização para prover confiabilidade nos dados que são utilizados para calcular o faturamento relativo a cada consumidor. Conseqüentemente, não é incomum que se encontrem erros nos valores cobrados nas faturas de energia. Todo esse problema aumenta quando estamos falando de geração distribuída.

A Geração Distribuída como conhecemos hoje foi originalmente regulamentada em 2004 pelo [Decreto nº 5.163 de 30 de Julho de 2004](#) [2] e posteriormente atualizada pelas Resoluções Normativas [Nº482 de 2012](#) [3] e [Nº 687 de 2015](#) [6]. Atualmente é definida a permissão para que o consumidor gere sua

própria energia através de fontes renováveis caracterizando-se como microgeração (potência de até 75 kW) e minigeração (potência de 75 kW até 5 MW) e conectando-as na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras [4].

Essa norma prevê que o consumidor possa abater de suas tarifas de consumo a quantidade de energia gerada, e em caso de excedente receba “créditos de energia” com validade de até 60 meses, podendo estes serem usados caso haja consumo maior do que a produção dentro de tal prazo de validade [4]. Devido à natureza da geração de energia renovável esses créditos mostram-se uma saída interessante pois ajudam em épocas com pouco vento (geração de energia eólica) ou de baixa luminosidade (geração de energia com células fotovoltaicas).

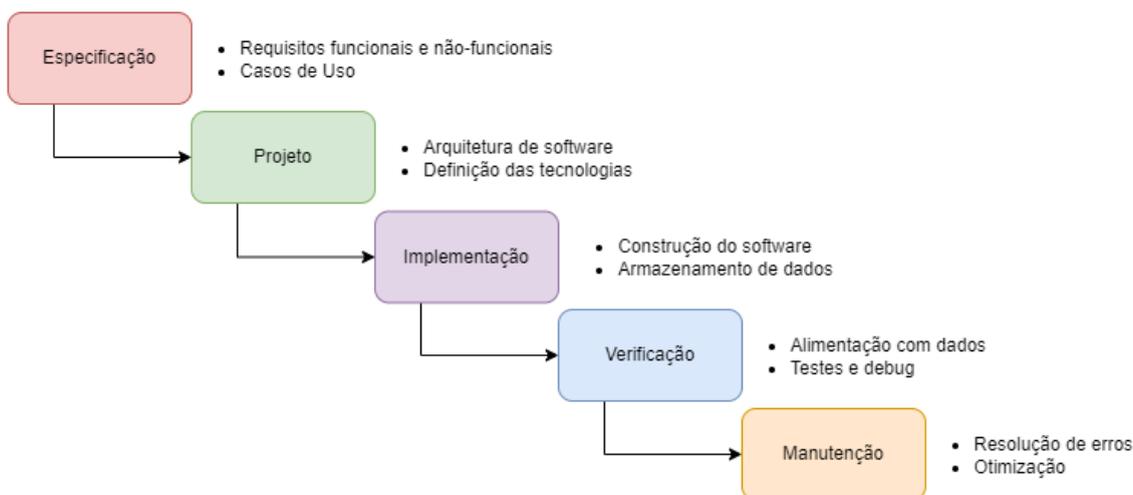
A complexidade desse tipo de geração é elevada, dificultando o trabalho de consolidação de todas as medições do mês em uma fatura. É preciso medir a energia consumida e injetada na rede, levar em conta a tarifa e valoração daquela energia dependendo do horário, calcular créditos acumulados e descontá-los devidamente, dividir a conta de acordo com o rateio planejado para aquela usina e outros pormenores. Frequentemente, a distribuidora não consegue gerir todos esses dados de forma correta e quem sai no prejuízo é o consumidor, pagando mais que deveria por erros de cálculo.

Atualmente no Brasil infelizmente não está regulamentada a restituição da geração de energia em dinheiro, acreditamos que isso atrairia um público maior e incentivaria o uso de energias renováveis no país, apesar de não ser esse o escopo do nosso projeto prevemos que caso haja uma mudança de regulamentação em prol desse tipo de restituição a auditoria das faturas em GD tornaria-se ainda mais relevante.

1.4. Método de trabalho

A concepção deste trabalho segue uma sequência de desenvolvimento de projeto baseado num modelo em cascata, onde cada etapa é seguida de outra em um único fluxo. As etapas definidas são Especificação, Projeto, Implementação, Verificação e Manutenção.

Figura 1 - Metodologia em Cascata



O primeiro passo é conhecer as necessidades do cliente fazendo um estudo de ocorrências e capturar informações com profissionais inseridos neste contexto. Em seguida, requisitos funcionais e não-funcionais são elaborados e sua especificação é traduzida em Casos de Uso. Uma arquitetura de sistema necessária para dar suporte a todas funcionalidades pensadas é especificada e tecnologias aplicáveis para projetar a arquitetura proposta são levantadas.

As entidades abordadas são separadas em classes com suas devidas relações, propriedades e funções. A implementação do sistema é realizada e em seguida se dá início à fase de verificação. Os casos de falha nessa etapa sofrem manutenção até que todos os requisitos sejam cumpridos.

1.5. Organização do trabalho

Este trabalho é organizado de acordo com os seguintes capítulos:

1. Introdução

Descrição das motivações, objetivo, justificativas, método e estrutura do trabalho.

2. Aspectos Conceituais

Apresentação de aspectos conceituais empregados neste trabalho.

3. Especificação

Descrição das funcionalidades, requisitos do sistema e estrutura operacional. Em seguida a descrição dos casos de uso baseados nos requisitos funcionais. Além disso, apresenta as principais tecnologias e métodos utilizados neste projeto.

4. Projeto

Apresentação das principais tecnologias e métodos utilizados neste projeto.

Diagrama de classes simplificado obtido a partir da análise dos casos de uso e plano de testes de validação do sistema.

5. Implementação

Obstáculos de desenvolvimento, decisões de projeto e resultados

6. Verificação

Execução dos testes principais

7. Conclusão

Trabalhos futuros e considerações finais

8. Referências

Esta seção apresenta as fontes utilizadas neste trabalho.

2. Aspectos Conceituais

2.1. Compensação de energia elétrica

O sistema de compensação de energia elétrica, definido por meio da RN 482 (ANEEL, 2012) [3], infere que a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa. Assim é possível conectar um sistema de geração distribuída à rede e regulamentada trocando energia entre o consumidor e a distribuidora.

Determinou-se que, para cada Wh de energia ativa inserido pelo usuário, seria concedido um crédito, que pode ser utilizado em um prazo de 60 meses. Os créditos obtidos podem ser empregados no mês em que a energia consumida pela Unidade Consumidora (UC) for maior que a gerada na mesma. Dessa forma, o usuário é cobrado pela diferença entre a energia consumida e a injetada caso gere menos do que consome, e recebe créditos de energia caso gere mais.

A compensação também é válida num sistema de geração compartilhada. Uma área de concessão ou permissão é definida, por ato do poder público, para a exploração dos serviços públicos de energia elétrica. Diferentes unidades consumidoras localizadas nesta mesma área podem se reunir por meio de um consórcio (ou cooperativa), de forma que a energia elétrica gerada em uma unidade com microgeração ou minigeração em local diferente das unidades consumidoras seja distribuída para os integrantes desse consórcio conforme um rateio definido, compensando a energia excedente.

Também existe o autoconsumo remoto, sistema caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

O empreendimento com múltiplas unidades consumidoras é um pouco diferente. É caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento

Em especial para empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras, o faturamento de uma UC deve considerar a energia consumida, deduzidos o percentual de energia excedente alocado a essa unidade consumidora e eventual crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores, por posto tarifário, quando for o caso, sobre os quais deverão incidir todas as componentes da tarifa em R\$/MWh;

2.2. Design de serviço

Design de serviços é a atividade de planejamento e organização de um serviço, a fim de melhorar sua qualidade e a interação entre o prestador de serviços e seus usuários. O design do serviço pode funcionar como uma forma de informar alterações em um serviço existente ou criar um novo serviço inteiramente [5].

Essencialmente, o Service Design tenta responder a algumas perguntas básicas que dizem respeito à experiência das pessoas ao interagirem com determinado serviço.

- Como deve ser a experiência do consumidor ao usar este serviço?
- Como deve ser a experiência do funcionário ao prestar este serviço?

A proposta principal desse conceito é a de explorar táticas utilizadas pelo design de serviços e design thinking, para desenvolver e aprimorar um sistema que provê algum serviço útil aos seus usuários, tendo como centro os usuários que utilizarão o serviço.

As características mais comuns de um projeto com desenvolvimento baseado em design de serviços, são: processo de desenvolvimento incluindo os usuários e voltado para eles e um desenvolvimento de caráter multidisciplinar envolvendo profissionais de áreas além da engenharia, como designers, sociólogos, dentre outros relevantes para o serviço.

Apesar deste trabalho não abranger esse último tópico da multidisciplinaridade, tal metodologia foi escolhida por seu caráter de desenvolvimento voltado ao cliente e junto ao cliente.

3. Especificação

3.1. Requisitos Funcionais

3.1.1. Lista ações do usuário:

1. Acessar o aplicativo por meio da internet
2. Criar uma conta
 - 2.1. Mudar a senha
 - 2.2. Entrar com login e senha
 - 2.3. Alterar dados da conta
 - 2.4. Sair de sua conta
3. Cadastrar uma unidade consumidora/geradora (UC/UG)
4. Subir faturas
 - 4.1. Selecionar unidade
 - 4.2. Selecionar distribuidora
 - 4.3. Selecionar o mês relativo à fatura
5. Optar por captura automática ou inserção manual de dados
 - 5.1. Checar cada item inserido / capturado da fatura
6. Checar o conjunto de críticas que será aplicado em cima daquele tipo de fatura
7. Visualizar histórico da conta
 - 7.1. Faturas armazenadas
 - 7.2. Resultado de todas as auditorias executadas
8. Iniciar uma nova captura em caso de erro
9. Iniciar uma nova auditoria em caso de erro
10. Acesso a uma página de explicação da plataforma

3.1.2. Lista de ações do sistema:

1. Instruir o usuário sobre as funcionalidades
 - 1.1. Conter página com orientações
2. Notificar o usuário em caso de erro na captura
3. Notificar o usuário em caso de erro na auditoria
4. Notificar o usuário do fim da captura
5. Notificar o usuário do fim da auditoria

3.2. Requisitos Não-Funcionais

1. Confidencialidade: Ninguém pode ter acesso às informações sensíveis de um usuário específico além dele mesmo

2. Confiabilidade: Não são admitidos desvios que invalidam os resultados, de forma que eles correspondam exatamente às leis que regem este contexto.
3. Legislação: Todos os cálculos realizados refletem a legislação referente ao sistema de geração distribuída

3.3. Levantamento de regras de auditoria

Apesar de apresentada de forma simples nos diagramas anteriores, essa é a etapa mais importante do trabalho. A realização automática da auditoria de uma fatura resume um grande conhecimento do mercado de energia e oferece ao usuário um serviço especializado de forma simples e fácil de absorver. Consiste de uma sequência de testes buscando divergências em relação a uma série de críticas, separadas em dois agrupamentos, críticas de captura e críticas de energia.

3.3.1. Críticas de Captura

Refere-se a erros durante a coleta de dados

- Data de emissão vazia
- Data de emissão do mês anterior não é menor que o mês atual
- Data de leitura vazia
- Mês de referência em formato inválido
- Data de vencimento em formato inválido
- Data da leitura anterior em formato inválido

3.3.2. Críticas de Energia

Refere-se aos erros encontrados na fatura

- Energia compensada deveria existir.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - inciso II [6]
- Energia compensada com valor maior que energia consumida .
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 2° - inciso III [6]
- Há consumo ou compensação, mas não há tarifa.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 2° - inciso III [6]
- Não há cobrança de consumo ou custo de disponibilidade.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - inciso I [6]
- Há energia compensada, porém consumo é zero
 - Não há exatamente uma lei que rege este tópico, porém trata-se de um erro, uma vez que compensa-se apenas o que

se consome. A energia injetada na rede refere-se como “injetada” ou até rateada.

- Não existe fatura do mês anterior
 - O sistema de créditos se baseia nos meses anteriores. Em caso de nova instalação o sistema considerará 0 como os créditos do período anterior.
 - Anexo 11 da RN N° 956, de 7/12/21, Artigo 20, alínea “a” [7]
- Injeção maior que consumo, porém o saldo de créditos não aumentou.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - incisos IX, X, XII [6]
- Injeção menor que consumo, porém saldo de créditos não diminuiu ou era zero.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - incisos IX, X, XII [6]
- Energia injetada diverge de delta saldo menos energia compensada em mais de 5% ou 100 kWh.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - inciso III, IV [6]
- Saldo após compensação incorreto.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - inciso III [6]
- Energia consumida parcialmente compensada.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - inciso III [6]
- Energia consumida não compensada, apesar de injeção ou créditos.
 - RN N° 687 24/11/2015 - Artigo 7° - inciso III [6]

3.4. Casos de Uso

3.4.1. Caso de Uso 1: Criar uma conta

Descrição: Usuário cria seu cadastro no sistema de autenticação

Ator: Usuário cadastrado e não cadastrado

Pré-Condição: Usuário escolhe cadastrar-se no sistema

Fluxo Principal:

1. Usuário insere seus dados cadastrais (nome/nome da empresa, CPF/CNPJ, e-mail) e escolhe uma senha e confirma essa senha em um segundo campo
2. Sistema redireciona o usuário a uma tela de login
3. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Usuário está cadastrado

3.4.2. Caso de Uso 2: Entrar na conta (Login/"logar")

Descrição: Usuário acessa o sistema

Ator: Usuário cadastrado e não cadastrado

Pré-Condição: Usuário escolhe acessar a tela de login

Fluxo Principal:

1. Sistema apresenta usuário com os campos de Login (e-mail e senha) e uma opção de “Criar uma conta”
2. Usuário preenche os campos com seus dados de cadastro
3. Sistema redireciona o usuário a sua página de visão geral
4. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Usuário está “logado”

Fluxos de Extensão:

- (a) Usuário não cadastrado gostaria de criar uma conta (passo 2)
 1. Usuário seleciona a opção “Criar uma conta”
 2. Sistema retorna ao Caso de Uso

3.4.3. **Caso de Uso 3:** Alterar Dados Cadastrados

Descrição: Usuário altera seus dados cadastrados no sistema

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Usuário na página pessoal

Fluxo Principal:

1. Usuário seleciona a opção “Início”
2. Sistema redireciona usuário para uma página com seus dados
3. Usuário seleciona opção “Edição do cadastro” indicado por um ícone representativo
4. Sistema redireciona o usuário a uma tela onde pode alterar nome, cpf/cnpj e senha
5. Usuário confirma edição
6. Sistema redireciona o usuário a sua página de início
7. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Alterações desejadas realizadas

3.4.4. **Caso de Uso 4:** Sair da conta (“deslogar”)

Descrição: Usuário sai do sistema

Ator: Usuário logado

Pré-Condição: Usuário na página pessoal

Fluxo Principal:

1. Usuário seleciona a opção “Sair da conta”
2. Sistema retorna à tela de login
3. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Usuário fora da conta

3.4.5. **Caso de Uso 5:** Cadastrar uma Unidade

Descrição: Usuário cadastra uma Unidade na sua conta

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Usuário logado

Fluxo Principal:

1. Usuário clica no botão “Nova unidade”
2. Sistema solicita dados cadastrais da unidade
3. Usuário preenche os dados e confirma
4. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Unidade cadastrada

3.4.6. **Caso de Uso 6:** Subir Faturas para o Sistema

Descrição: Usuário adiciona arquivo de fatura referente a uma Unidade Consumidora / Geradora (UC/UG) no sistema

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Usuário logado no sistema

Fluxo Principal:

1. Usuário seleciona a opção “Adicionar nova fatura” na página visão geral, ou o botão “Nova Fatura” disponível em uma barra lateral a qualquer momento no sistema
2. Sistema redireciona usuário a uma janela com campos para o usuário selecionar a UC/UG, a distribuidora, o mês referente a fatura e confirmar ao final
3. Usuário insere os dados pertinentes e confirma
4. Sistema oferece as opções de inserir os dados manualmente, ou subir um arquivo
 - a. Usuário insere os dados manualmente
 - b. Usuário clica na inserção de arquivo e escolhe o pdf desejado na janela de pop-up que o sistema abre
5. Sistema confirma a inserção dos dados
6. Sistema redireciona o usuário a uma janela com os dados inseridos sobre a seguinte fatura e apresenta os resultados da auditoria
7. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Na página pessoal do usuário há uma janela para análise da nova fatura

Fluxo de Extensão:

- (a) Usuário não possui UC/UG cadastrada
1. Usuário seleciona a opção “Cadastrar nova unidade”
 2. Sistema retorna ao passo 2 do Caso de Uso 7

3.4.7. **Caso de Uso 7:** Visualizar Histórico de Faturas e seus detalhes

Descrição: Usuário tem acesso a todas as faturas que já subiu em sua conta

Ator: Usuário Cadastrado

Pré-Condição: Usuário na página pessoal

Fluxo Principal:

1. Usuário clica no botão “Histórico de Faturas”
2. Sistema lista todas as faturas pertencentes a aquele usuário permitindo filtrar por unidade cadastrada
3. Usuário acessa detalhes da fatura ao clicar no registro a sua escolha
4. Sistema exibe dados da fatura e da unidade, a opção de edição destes, lista de críticas aplicadas e resultados das críticas
5. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Usuário se encontra na página de detalhes da fatura

3.4.8. **Caso de Uso 8:** Edição de unidade

Descrição: Usuário altera dados de uma unidade cadastrada

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Usuário se encontra na página “Histórico de Faturas”

Fluxo Principal:

1. Usuário clica em uma das faturas presente na página “Histórico de Faturas”
2. Sistema disponibiliza os dados referentes àquela fatura
3. Usuário clica em “Editar unidade”
4. Sistema redireciona usuário a uma página de edição
5. Usuário altera os dados desejados e confirma
6. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Atualização dos dados registrados para a unidade escolhida.

3.4.9. **Caso de Uso 9:** Edição de fatura

Descrição: Usuário altera dados de uma fatura cadastrada

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Usuário se encontra na página “Histórico de Faturas”

Fluxo Principal:

7. Usuário clica em uma das faturas presente na página “Histórico de Faturas”
8. Sistema disponibiliza os dados referentes àquela fatura
9. Usuário clica em “Editar fatura”
10. Sistema redireciona usuário a uma página de edição
11. Usuário altera os dados desejados e confirma
12. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Atualização dos dados registrados para a fatura escolhida.

3.4.10. **Caso de Uso 10:** Exclusão de Fatura

Descrição: Usuário exclui uma fatura

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Usuário se encontra na página “Histórico de Faturas”

Fluxo Principal:

1. Usuário clica em uma das faturas presente na página “Histórico de Faturas”
2. Sistema disponibiliza os dados referentes àquela fatura
3. Usuário clica em “Editar Fatura”
4. Sistema redireciona usuário a uma página de edição
5. Usuário clica em “Excluir fatura”
6. Fim do Caso de Uso

Pós-Condição: Fatura excluída

3.4.11. **Caso de Uso 11:** Perguntas frequentes e documentação

Descrição: Usuário tem acesso à documentação das páginas e a uma lista de pergunta frequentes

Ator: Usuário cadastrado

Pré-Condição: Nenhuma

Fluxo Principal:

1. Usuário clica no botão “Ajuda” em qualquer página do sistema
2. Sistema abre em nova guia a página de documentação no tópico da página de origem, permitindo navegação entre os tópicos (inclusive o tópico de perguntas frequentes)

Pós-Condição: Usuário na página de documentação

4. Projeto

4.1. Levantamento de tecnologias

4.1.1. PDF

A norma do PDF estrutura os arquivos em um sistema de coordenadas cartesianas. PDF, Portable Document Format, é um padrão de arquivo compatível com as principais plataformas do mercado (Windows, Macintosh, Linux, etc.), criado e disponibilizado ao público pela empresa americana Adobe Systems Incorporated.

A característica principal desse formato é preservar as fontes, imagens, gráficos e o layout de qualquer documento de origem, independentemente do aplicativo em que foi criado. Devido a essa propriedade, elimina-se o problema de não se poder abrir arquivos recebidos por não se dispor dos aplicativos usados para criá-los, uma vez que o PDF pode ser aberto por qualquer pessoa, em qualquer lugar, através do software gratuito Adobe Reader.

A maioria dos arquivos PDF parece conter texto bem estruturado. Mas a realidade é que um arquivo PDF não contém nada que se assemelhe a parágrafos, frases ou mesmo palavras. Quando se trata de texto, um arquivo PDF reconhece apenas os caracteres e seu posicionamento.

Isso dificulta a extração de partes significativas de texto de arquivos PDF. Os caracteres que compõem um parágrafo não são diferentes daqueles que compõem a tabela, o rodapé da página ou a descrição de uma figura. Ao contrário de outros formatos de documentos, como um arquivo .txt ou um documento do Word, o formato PDF não contém um fluxo de texto.

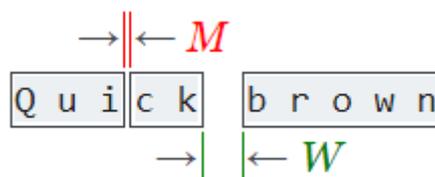
Um documento PDF consiste em uma coleção de objetos que juntos descrevem a aparência de uma ou mais páginas, possivelmente acompanhadas de elementos interativos adicionais e dados de aplicativos de nível superior. Um arquivo PDF contém os objetos que compõem um documento PDF junto com as informações estruturais associadas, todos representados como uma única sequência de bytes independente. [8]

4.1.2. Python

Linguagem de programação de alto nível criada em 1991 por Guido Van Rossum. Sua característica dinâmica, modular, multiplataforma, orientada a objetos e principalmente sua sintaxe simples, mas de grande controle tornou Python uma linguagem muito popular no meio da programação. Em nosso trabalho utilizaremos tal linguagem principalmente em nossos motores.[12]

Os caracteres que estão próximos horizontal e verticalmente são agrupados em uma linha. Quão próximos eles devem ser é determinado pelo parâmetro *char_margin* (M na figura) e *line_overlap* (não na figura). A distância horizontal entre as caixas delimitadoras de dois caracteres deve ser menor que a *char_margin* e a sobreposição vertical entre as caixas delimitadoras deve ser menor que a *line_overlap*.

Figura 3 - Delimitação Horizontal PDF Miner



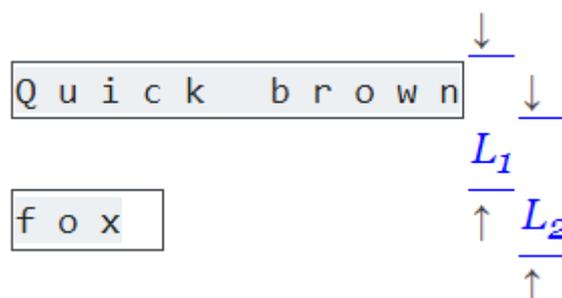
Fonte: Converting a PDF file to text [8]

O resultado desta etapa é uma lista de linhas. Cada linha consiste em uma lista de caracteres. Esses caracteres são caracteres *LTChar* originais originados do arquivo PDF ou caracteres *LTAnno* inseridos que representam espaços entre palavras ou novas linhas no final de cada linha.

O segundo passo é agrupar as linhas de forma significativa. Cada linha tem uma caixa delimitadora que é determinada pelas caixas delimitadoras dos caracteres que ela contém. Assim como o agrupamento de caracteres, o *pdfminer.six* usa as caixas delimitadoras para agrupar as linhas.

As linhas que se sobrepõem horizontalmente e se fecham verticalmente são agrupadas. O quão verticalmente próximas as linhas devem ser é determinado pelo *line_margin*. Essa margem é especificada em relação à altura da caixa delimitadora.

Figura 4 - Delimitação Vertical PDF Miner



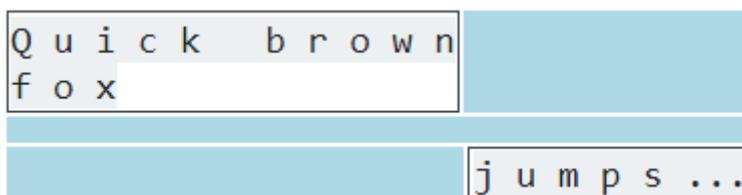
Fonte: Converting a PDF file to text [8]

O resultado desta etapa é uma lista de caixas de texto. Cada caixa consiste em uma lista de linhas. A última etapa é agrupar as caixas de texto de maneira

significativa. Esta etapa mescla repetidamente as duas caixas de texto mais próximas uma da outra.

A proximidade das caixas delimitadoras é calculada como a área entre as duas caixas de texto (a área azul na figura). Em outras palavras, é a área da caixa delimitadora que contém ambas as linhas, menos a área das caixas delimitadoras das linhas individuais. [9]

Figura 5 - Caixas de Texto



Fonte: Converting a PDF file to text [8]

4.1.4. Banco de dados relacional: PostgreSQL

Um banco de dados é uma coleção organizada de informações - ou dados - estruturadas, normalmente armazenadas eletronicamente em um sistema computacional. Os dados, o DBMS (sistema de gerenciamento de banco de dados), juntamente com os aplicativos associados a eles, são chamados de sistema de banco de dados, geralmente abreviados para apenas banco de dados.

Os dados nos tipos mais comuns de bancos de dados em operação atualmente são modelados em linhas e colunas, em uma série de tabelas para tornar o processamento e a consulta de dados eficientes, podendo ser facilmente acessados, gerenciados, modificados, atualizados, controlados e organizados. A maioria dos bancos de dados usa a linguagem de consulta estruturada (SQL) para esses tipos de ação.

A fim de modelar apropriadamente as relações existentes entre as diferentes classes projetadas, um banco de dados relacional mostra-se necessário.

PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional baseado no POSTGRES, é open-source e foi desenvolvido originalmente na Universidade da Califórnia no Departamento de Ciências da Computação em Berkeley

Algumas características modernas do PostgreSQL:

- Consultas complexas;
- Chaves estrangeiras (foreign keys);
- Gatilhos (triggers);

- Visões (views);
- Integridade transacional.

O PostgreSQL pode ser estendido pelo usuário para muitos propósitos, por exemplo adicionando novos:

- Tipos de dados;
- Funções;
- Operadores;
- Funções agregadas;
- Métodos de indexação;
- Linguagens procedurais.[17]

4.1.5. JavaScript e TypeScript

JavaScript é uma linguagem de programação baseada em scripts que permite implementação de funções complexas em páginas web como atualizações em tempo real, mapas, pop-ups etc [13]. É uma tecnologia essencial para desenvolvimento web, possui grande suporte da comunidade e permite acesso a muitas outras tecnologias.

O TypeScript é um conjunto de ferramentas do JavaScript que permite unir o “Client-side” (*frontend*) e o “Server-side” (*backend*), utilizado principalmente para a concepção do *front* e APIs [14]. A tipagem das variáveis torna o desenvolvimento menos sujeito a erros de sintaxe e melhora a manutenibilidade.

4.1.6. Node.js

Node.js® é um ambiente de execução JavaScript *open-source* e *cross-plataform* desenvolvido com o *Chrome's V8 JavaScript engine*. O JavaScript foi idealizado para funcionar somente em navegadores web, no entanto o surgimento dessa tecnologia permitiu seu uso em outras diversas aplicações, criando um ambiente propício fora do navegador.

Com sua natureza assíncrona orientada a eventos, o Node.js é projetado para desenvolvimento de aplicações escaláveis de rede, de forma que diversas conexões podem ser controladas ao mesmo tempo. Em cada conexão a função de callback é chamada. Mas, se não houver trabalho a ser realizado, o Node.js ficará inativo.

Sua utilidade neste projeto é proporcionar um servidor para a API do projeto, uma vez que o cliente já vai rodar JavaScript naturalmente. Assim a mesma

linguagem de programação pode ser utilizada para realizar as requisições do aplicativo e processá-las, mantendo um paralelismo entre o cliente e o servidor.

4.1.7. Vue.js

Um *framework* progressivo para construção de interfaces de usuário. Utilizamos exatamente com essa finalidade também no desenvolvimento de nosso *front*. Sendo um *framework* uma estrutura-base que contém um conjunto de funções e componentes pré-definidos, funções e componentes estes que se relacionam para disponibilizar funcionalidades específicas ao desenvolvimento de software. Estas funções e componentes genéricos pré-prontos agilizam o processo, poupam tempo e evitam retrabalho para o desenvolvedor.[15]

4.1.8. Express.js

Também um framework desenvolvido para aplicações em JavaScript. De código aberto, sobre a licença MIT, o Express.js foi desenvolvido para otimizar a construção de aplicações web e APIs, tornando-se um dos Frameworks mais populares da internet.[16] Por possuir um bom suporte e grande comunidade, sua escolha no projeto torna mais fácil a implementação.

4.1.9. Flask

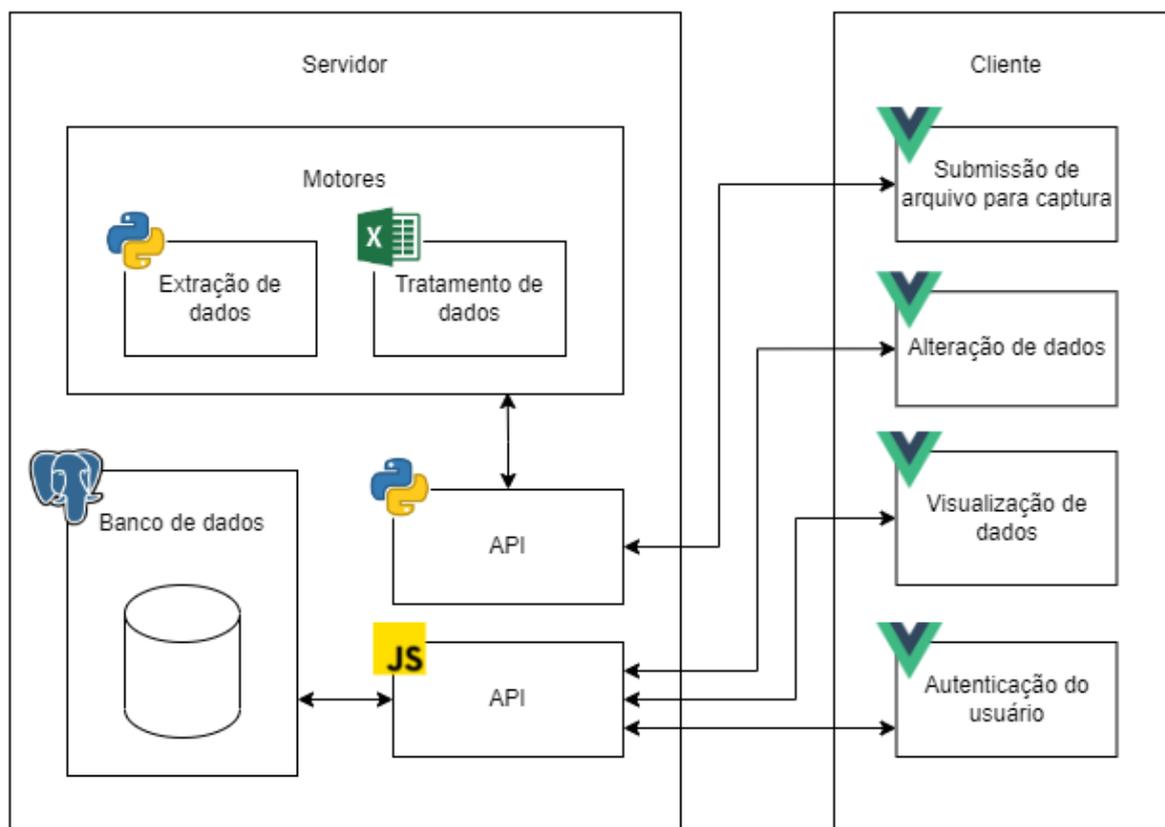
Flask é um micro framework web escrito em Python, assim chamado por não precisar de ferramentas ou bibliotecas particulares, mantendo um núcleo simples, porém, extensível. Não possui camada de abstração de banco de dados, validação de formulário ou quaisquer outros componentes onde bibliotecas de terceiros pré-existentes fornecem funções comuns.[17] O Flask porém é facilmente adaptável por meio de diversas extensões para as quais têm suporte.

4.2. Arquitetura do Sistema

A arquitetura idealizada se baseia nos requisitos especificados nas seções 3.1 e 3.2. O projeto é de um sistema Cliente-Servidor, no qual o usuário visualiza as informações e interage com elas usando o Cliente (ou *front-end*). Os eventos de interação, dependendo de sua natureza, iniciam processos no Servidor (ou *back-end*), que contém os dados do sistema e as estruturas necessárias para executar os serviços desejados pelo usuário.

A Figura 1 representa os componentes estruturais do sistema em um diagrama de blocos, separando o Cliente do Servidor e especificando a comunicação entre eles.

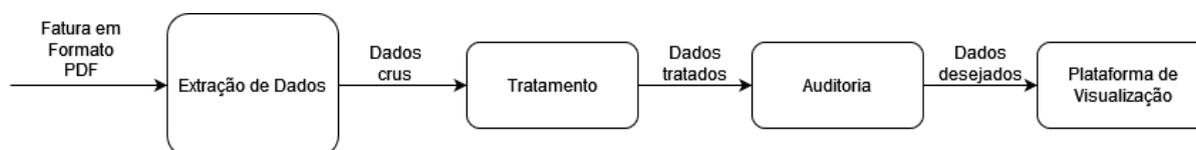
Figura 6- Arquitetura do Sistema



Fonte: Autores

O bloco de motores tem como finalidade executar o ciclo de vida dos dados de uma fatura, compreendendo todo o conjunto de processos que extraem informação da fatura com base no conhecimento do mercado de energia elétrica existente no sistema. O procedimento para obter um relatório de auditoria a partir de uma fatura pode ser resumido com o diagrama de blocos da Figura 2.

Figura 7 - Fluxo de Dados no Sistema



Fonte: Autores

Por se tratar de arquivos PDF, as faturas são persistidas em um serviço de armazenamento diferente do banco de dados que alimenta os motores.

4.3. Plano de testes

Os casos de uso mais importantes da plataforma foram selecionados para testes, pois o funcionamento correto destes é a chave da entrega de valor da plataforma

4.3.1. Verificação da captura de dados - Energisa (grande consumidor)

Objetivo: Assegurar os dados corretos estão sendo capturados

Ator: Operador da plataforma

Recursos Necessários: Motores, Cliente, API, Banco de dados

Técnica do teste:

1. Executar a captura para o arquivo selecionado
2. Visualizar a planilha de saída
3. Comparar valores com itens da fatura

Crerios de Conclusão: Dados foram discriminados

4.3.2. Verificação da captura de dados - Energisa (pequeno consumidor)

Objetivo: Assegurar os dados corretos estão sendo capturados

Ator: Operador da plataforma

Recursos Necessários: Motores, Cliente, API, Banco de dados

Técnica do teste:

1. Executar a captura para o arquivo selecionado
2. Visualizar a planilha de saída
3. Comparar valores com itens da fatura

Crerios de Conclusão: Dados foram discriminados

4.3.3. Verificação da inserção manual de dados - Enel

Objetivo: Assegurar os dados corretos estão sendo inseridos

Ator: Operador da plataforma

Recursos Necessários: Cliente, API, Banco de dados

Técnica do teste:

4. Inserir cada item da fatura manualmente
5. Comparar valores cadastrados com itens da fatura

Crerios de Conclusão: Dados foram discriminados

4.3.4. Verificação Caso de Uso 2: Entrar na conta (Login/"logar")

Objetivo: Assegurar que usuários cadastrados conseguem acessar sua conta

Ator: Usuário cadastrado e não cadastrado

Recursos Necessários: Cliente, Banco de dados, API, Serviço de autenticação

Técnica do teste:

1. Acessar o site da aplicação
Expectativa: Sistema apresenta ao usuário os campos de Login (e-mail e senha) e uma opção de "Criar uma conta"
2. Preencher os campos com seus dados de cadastro

- a. Optar por criar uma conta
Expectativa: Sistema abre a tela de criação de conta
- b. Preencher com dados inválidos
Expectativa: Sistema não permite acesso
- c. Preencher com dados válidos
Expectativa: Sistema permite acesso e redireciona para a página “Visão Geral”

3. Fim do Caso de Uso

Critérios de Conclusão: Usuário está “logado”

4.3.5. Verificação Caso de Uso 7: Subir Faturas para o Sistema

Objetivo: Assegurar que o usuário possa adicionar arquivos de fatura referente a uma unidade no sistema ou inserir os dados manualmente

Ator: Usuário cadastrado

Recursos Necessários: Cliente, Banco de dados, API

Técnica do teste:

1. Selecionar a opção “Adicionar nova fatura” no menu lateral
Expectativa: Sistema redireciona usuário a uma janela com campos para seleção de UC, distribuidora, mês de referência e oferece a opção de leitura automática
2. Escolher se deseja realizar a leitura automática ou inserir manualmente
 - a. Escolher leitura automática, selecionar um arquivo e capturá-lo
Expectativa: Sistema extrai a informação do arquivo e discrimina os itens capturados na tela, permitindo edição, adição e deleção de itens
 - b. Inserir manualmente os dados da fatura
Expectativa: Sistema permite edição, adição e deleção de itens
3. Verificar os campos, alterá-los se necessário e confirmar
Expectativa: Sistema notifica que a fatura foi adicionada no sistema
4. Fim do Caso de Uso

Critérios de Conclusão: Na página “Histórico de Faturas” há uma nova fatura acessível

4.3.6. Verificação Caso de Uso 9: Histórico de Faturas

Objetivo: Assegurar que o Sistema devolve os dados referentes a uma fatura já cadastrada corretamente

Ator: Usuário Cadastrado

Recursos Necessários: Cliente, Banco de dados, API

Técnica do teste:

1. Clicar no botão “Histórico” no menu lateral
Expectativa: Sistema lista todas as faturas pertencentes a aquele usuário separando-as por unidade e mês de referência
2. Acessar detalhes da fatura ao clicar no registro a sua escolha

Expectativa: Sistema exibe dados da fatura e da unidade, a opção de edição destes, lista de críticas aplicadas e resultados das críticas

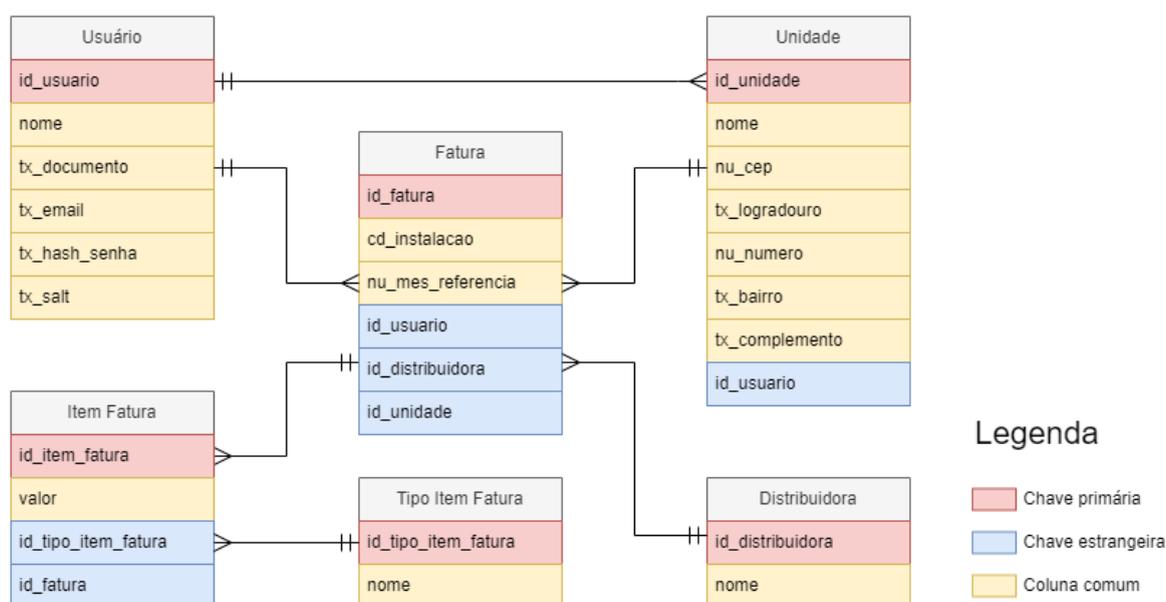
3. Fim do Caso de Uso

Critérios de Conclusão: Sistema exibe os dados da fatura corretamente

5. Implementação

5.1. Modelagem do banco de dados

Figura 8 - Modelo do banco de dados no nível lógico



Fonte: Autores

5.2. Funcionamento da captura automática de dados

5.2.1. Extração dos dados

Código em linguagem Python que executa os seguintes comandos

- 1) Abre o arquivo PDF de entrada
- 2) Abre o arquivo EXCEL de saída
- 3) Captura um objeto e o armazena em um dataframe temporário
- 4) Escreve a informação do objeto, assim como suas respectivas coordenadas e page ID na planilha de saída
- 5) Repete o processo até varrer o documento todo
- 6) Salva e fecha os arquivos

5.2.2. Planilhas de dados

Há duas planilhas de dados, uma onde o programa escreve, e outra que pega exatamente esses dados escritos e realiza o tratamento dos dados. Isso mostrou-se necessidade pois o programa escrevendo direto na planilha de tratamento criava problemas.

Planilha de tratamento de dados
Contém 5 folhas (sheets) por concessionária

1) “Dados Crus”

Recebe dados da planilha de saída do programa

Figura 9 - Folha “Dados Crus”

PageID	X	Y	Content
Capturado em:	2022-12-10	às:	15:03:55
4	39	802	
4	81	779	
4	38	745	Grupo/Subgp.:Classe/Subcls.:Roteiro:Nº do Medidor:MATRÍCULA:DOM.
4	63	754	003 - 4001 - 070 - 1790W90048615124025957-2022-8-9
4	243	771	TRIFASICO
4	211	745	
4	398	765	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.Rod Assis Cha
4	189	712	Emissão: 08/08/2022
4	354	712	Identificador para Débito Automático:
4	493	712	0004025957-4
4	54	674	Agosto/2022
4	187	674	11/08/2022
4	312	674	05/09/2022
4	435	673	9/4025957-4
4	34	608	CCI Descrição0601 Consumo em kWh0601 Energia Atv Injetada0601 Dif. (
4	176	608	Quantidade3.741,003.741,00100,00
4	217	608	Tarifa s/Tributos0,6136900,6136900,613690
4	257	608	Tarifa c/Tributos0,7774700,6994400,777470
4	293	608	Valor Total(R\$)2.908,55-2.616,6377,74
4	332	608	Base Calc.ICMS(R\$)2.908,55-1.286,8177,74
4	366	608	%Aliq.ICMS181818
4	396	608	ICMS (R\$)523,53-231,6213,99
4	428	641	Base Calc.
4	420	608	PIS/COFINS (R\$)2.385,01-2.385,0163,74
4	474	608	PIS (R\$) COFINS(R\$)(3,0729%)73,28-73,291,96
4	470	608	(0,6671%)15,91-15,910,42
4	35	431	CCI: Código de Classificação do Item

2) Concatenação das coordenadas

Para que seja possível a localização dos dados através da fórmula
PROCV (VLOOKUP - inglês):

PROCV(X&Y; tabela; nº coluna de informação; exatidão*)

(*):verdadeiro = local não precisa ser exato; falso = local deve ser exato

O algoritmo busca em coordenadas ao redor da coordenada inserida e uma vez identificada a informação passa a guardá-la até o final do processo.

Ex.: coordenadas inseridas (10,15); coordenadas com informação (13,15)

Busca-se (10,15); (9,15); (11,15); (8,15); (12,15); (7,15); (13,15); (13,15); (13,15);...

Isso é feito de forma que caso haja uma informação na coordenada (15,15) a informação detectada anteriormente não seja substituída.

Figura 12 - Folha Tratamento de dados 2

Tratamento tarifa (peq)	nro	decimal	concat	tamanho	resto	LEN_resto
					0,7774700,6994400,777470	24
Tarifa Consumo em kWh - Ponta	0	,777470	0,777470	8	0,6994400,777470	16
Tarifa Energia Atv Injetada - Ponta	0	,699440	0,699440	8	0,777470	8
Tarifa Consumo em kWh - Fora Ponta	0	,777470	0,777470	8		0

Tratamento Valor (peq)	nro	decimal	concat	tamanho	resto	LEN_resto
					2.908,55-2.616,6377,74	22
Consumo em kWh - Ponta	2.908	,55	2.908,55	8	-2.616,6377,74	14
Energia Atv Injetada - Ponta	-2.616	,63	-2.616,63	9	77,74	5
Consumo em kWh - Fora Ponta	77	,74	77,74	5		0

Quebra de dados concatenados:

Alguns dados são capturados de forma desorganizada juntos uns aos outros, para isso criamos outra sequência operacional de forma a separá-los e organizá-los.

4) Dados Indexados

Resultado da captura indexado de forma a ser encaminhado para nosso sistema por um “dicionário” criado por nós

Figura 13 - Folha Dados Organizados

name	value	type
Captura de dados	15:03:55	
Mes de Referencia	Agosto/2022	6
Vencimento	18/08/2022	8
Data de Emissao	08/08/2022	13
Total a pagar	369,66	9
Leitura Anterior	06/07/2022	14
Leitura Atual	05/08/2022	15
Proxima Leitura	05/09/2022	16
CONSUMO MENSAL (grande consumidor)	///	
Consumo do Mês (P)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	87
Energia Ativa Compensada (P)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	39
Consumo do Mês (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	21
Energia Ativa Compensada (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	25
Energia Reativa Exced (P)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	88
Energia Reativa Exced (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	57
Demanda de Potência Medida (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	35
Demanda Potência Não Consumida (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	112
Energia Injetada (P)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	37
Energia Injetada (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	38
Créditos Energia (P)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	23
Créditos Energia (FP)	Pequeno consumidor ver abaixo \\/	22
CONSUMO MENSAL (pequeno consumidor)	///	
Consumo em kWh	3.741,00	21
Energia Atv Compensada	3.741,00	38
Dif. Custo Disp. Res.	100,00	103
Energia Injetada	4.242,00	38
Créditos Energia	0	22
TARIFA CONSUMO c/ TRIBUTOS (grande consumidor)	///	

Figura 14 - "Dicionário"

47	"CD_GRUPO_TARIFARIO"
48	"CD_SUBGRUPO_TARIFARIO"
52	"CD_UF_INSTALACAO"
124	"DT_APRESENTA"
13	"DT_EMISSAO"
8	"DT_VENCIMENTO"
46	"LS_HISTORICO_CONSUMO_HFP_KWH"
1	"NO_EMPRESA"
5	"NU_CLIENTE"
50	"NU_DIAS_ENTRE_LEITURAS"
7	"NU_INSTALACAO"
61	"NU_MEDIDOR"
111	"NU_NOTA_FISCAL"
114	"NUM_CODIGO_BARRAS"
85	"QT_CUSTO_DISP_TE_KWH"
86	"QT_CUSTO_DISP_TUSD_KWH"
35	"QT_DEMANDA_ATIVA_HFP_KW"
103	"QT_DEMANDA_ATIVA_HP_KW"
121	"QT_DEMANDA_ATIVA_HR_KW"
112	"QT_DEMANDA_CONTRATADA"
117	"QT_DEMANDA_CONTRATADA_HP"
81	"QT_DIF_CUSTO_DISP_TE_KWH"
82	"QT_DIF_CUSTO_DISP_TUSD_KWH"
128	"QT_ENERGIA_COMP_REM_HFP_KWH"
129	"QT_ENERGIA_COMP_REM_HP_KWH"
89	"QT_ENERGIA_COMP_REM_TE_HFP_KWH"
90	"QT_ENERGIA_COMP_REM_TUSD_HFP_KWH"
25	"QT_ENERGIA_COMPENSADA_HFP_KWH"
39	"QT_ENERGIA_COMPENSADA_HP_KWH"
120	"QT_ENERGIA_COMPENSADA_HR_KWH"
83	"QT_ENERGIA_COMPENSADA_TE_HFP_KWH"
84	"QT_ENERGIA_COMPENSADA_TUSD_HFP_KWH"
26	"QT_ENERGIA_CONSUMIDA_FAT_HFP_KWH"
21	"QT_ENERGIA_CONSUMIDA_HFP_KWH"
87	"QT_ENERGIA_CONSUMIDA_HP_KWH"
104	"QT_ENERGIA_CONSUMIDA_HR_KWH"
79	"QT_ENERGIA_CONSUMIDA_TE_HFP_KWH"
80	"QT_ENERGIA_CONSUMIDA_TUSD_HFP_KWH"
38	"QT_ENERGIA_INJETADA_HFP_KWH"
37	"QT_ENERGIA_INJETADA_HP_KWH"
122	"QT_ENERGIA_INJETADA_HR_KWH"
57	"QT_ENERGIA_REATIVA_HFP_KWH"
88	"QT_ENERGIA_REATIVA_HP_KWH"

Criado para os processos de envio ao banco de dados

5) Auditoria de Captura

Checagem de erro nos dados capturados

Figura 15 - Folha Auditoria de Captura

Nro. Crítica	Críticas de Captura	Dados		Resultado
1	Data de emissão vazia		08/08/2022	Sem erros
2	Data de emissão do mês anterior não é menor que o mês atual	06/07/2022	08/08/2022	Sem erros
3	Data de leitura vazia		05/08/2022	Sem erros
4	Mês de referência em formato inválido		Agosto/2022	Sem erros
5	Data de vencimento em formato inválido		18/08/2022	Sem erros
6	Data da leitura anterior em formato inválido	06/07/2022		Sem erros

5.3. Obstáculos de desenvolvimento

Tivemos alguns obstáculos notáveis durante o projeto a serem listados:

1) Problema com o produto fora da rede local

A execução da captura foi realizada num motor baseado em Excel, um programa feito para rodar diretamente apenas no sistema operacional Windows. Sistemas Linux são o padrão em servidores remotos (nuvem), portanto nossas tentativas de instanciar o motor de captura na nuvem falharam.

A solução imediata para remediar nosso problema foi manter a captura no servidor local, utilizando uma máquina com Windows para rodar o motor, neste caso nosso próprio computador. No entanto, essa opção exige um certo conhecimento do projeto e não é viável exigi-lo do usuário final. A solução definitiva é encontrar uma opção de servidor remoto dedicado e customizável, que possua Windows e possibilite a instalação de Excel. A Amazon oferece serviços similares, por exemplo, e existem outras opções no mercado, entretanto todas elas têm um custo associado significativo.

2) Dificuldade para obter arquivos de fatura sobre os quais trabalhar.

O principal obstáculo para a expansão da seção de captura automática do projeto a mais de uma concessionária. Dependemos de faturas reais para conseguir ajustar nossos modelos de captura e a falta de contato com pessoas que possuem geração distribuída foi importante para nossa escolha de focar primariamente só em Energisa, para a qual conseguimos os dados necessários.

5.4. Decisões de projeto

A escolha de organizar os dados em uma planilha se deu pois inicialmente pretendíamos subir a planilha inteira no banco de dados em estrutura de dataframe e realizar a auditoria de lá. Conforme seguimos no projeto escolhemos subir apenas os dados já tratados e fazer o tratamento na máquina local.

Definimos a Energisa como foco de nosso projeto pela maior facilidade de acesso que tivemos a faturas de Unidades Geradoras nesta concessionária. Em outras provedoras como ENEL ou Elektro praticamente só tivemos acesso a Unidades Consumidoras cuja captura de dados seria implementável no sistema, mas que não fazem parte do escopo do projeto. Como pudemos observar no tópico 6.1.2 a extensão do projeto para outras concessionárias não seria difícil, apenas exigiria a identificação da disposição de suas informações no PDF de suas faturas e subsequente aplicação da mesma metodologia utilizada na extração de dados da Energisa.

A fase de implementação demorou mais do que havíamos planejado em nosso cronograma. A fim de entregar o maior valor possível ao projeto, decidimos focar nas interações básicas do usuário em detrimento de funções extras que exigem uma integração com serviços externos, como o envio de emails e busca de endereço por CEP

Outra decisão que precisamos tomar foi em relação às críticas de captura. Implementamos elas após a análise das informações da planilha, porém ficamos insatisfeitos, pois se realmente houvesse algum tipo de erro deveria ser detectado antes da coleta dos dados. Portanto apesar da planilha motora de tratamento de dados possuir uma página referente a essa identificação de problemas de captura, essa seção não foi integrada ao sistema.

6. Verificação

6.1. Testes de Captura de dados

Para efeitos de privacidade algumas informações das faturas serão parcialmente censuradas.

A seguir será possível ver faturas e seus respectivos dados capturados e tratados.

6.1.1. Testes com Faturas Energisa

6.1.1.1. Fatura 1

Teste Fatura Energisa 1 - Figuras 16

Fatura 1; Dados tratados 1; Dashboard 1; Críticas de Captura 1



ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.
Rua Caçitão Soares, 667, CENTRO
CAMBUÍ - MG CEP 37800-000
CNPJ 07.282.377/0001-04 Insc. Est. 002522747/04-56
Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica
Série: B1 NF: 000.016.131
Reimpressão da NF/CEE, nos termos do Regime Especial/PTA nº
45.000015601-58 - SEF/MG

LIGAÇÃO: TRIFASICO
DOM BANC

Atendimento ao Cliente ENERGISA
Ao ligar, tenha sempre em mãos a conta.

☎ 0800 723 3320 ligação gratuita

Acesse: www.energisa.com.br

Emissão: 03/10/2022

Identificador para Débito Automático: 0002598964-1

CONTA REFERENTE A

APRESENTAÇÃO

DATA PREVISTA DA
PROXIMA LEITURA

UC - UNIDADE CONSUMIDORA

Setembro/2022

06/10/2022

31/10/2022

9/2

DEMONSTRATIVO

CCI	Descrição	Quantidade	Tarifa c/ Tributos	Valor Total (R\$)	Base Calc. ICMS(R\$)	% Aliq. ICMS	ICMS (R\$)	Base Calc. PIS/COFINS (R\$)	PIS (R\$) (0,6671%)	COFINS(R\$) (3,0729%)
0601	Consumo em kWh - Ponta	181,65	1,616240	293,59	95,42	17,18	17,18	276,41	1,84	8,49
0601	Energia Atv Injetada - Ponta	181,65	1,616240	-293,59	-95,42	18	-17,18	-276,41	-1,84	-8,49
0601	Consumo em kWh - Fora Ponta	1.159,20	0,449840	521,47	374,86	18	67,47	453,99	3,03	13,95
0601	Energia Atv Injetada - Fora Ponta	1.159,20	0,449840	-521,47	-374,86	18	-67,47	-453,99	-3,03	-13,95
0601	Energia Reativa Exced em kWh - Ponta	23,10	0,340220	7,85	7,85	18	1,41	6,44	0,04	0,20
0601	Energia Reativa Exced em kWh - FPonta	197,40	0,340220	67,16	67,16	18	12,09	55,07	0,37	1,69
0602	Demanda de Potência Medida - Fora Ponta	8,40	20,184910	169,55	0,00	18	0,00	169,55	1,13	5,21
0602	Demanda Potência Não Consumida - F Ponta	824,10	20,184910	16.634,38	0,00	0	0,00	16.634,38	110,97	511,16
LANÇAMENTOS E SERVIÇOS										
0807	Contrib de Ilum Pub			46,17	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Total:				16.925,11	75,01		13,50	16.865,44	112,51	518,26

CCI: Código de Classificação do Item

Total: 16.925,11 75,01 13,50 16.865,44 112,51 518,26

COMPOSIÇÃO DO CONSUMO

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)	%
SERVIÇO DISTRIBUIÇÃO	3.315,11	19,59
COMPRA DE ENERGIA	7.458,21	44,07
SERVIÇO DE TRANSMISSÃO	1.534,18	9,06
ENCARGOS SETORIAIS	3.927,17	23,20
IMPOSTOS DIRETOS E ENCARGOS	890,44	4,98
OUTROS SERVIÇOS	0,00	0,00
TOTAL	16.925,11	100,00

- Valor Encargo Uso Sist. Distr. (Ref 07/2022): R\$ 15.598,55

VENCIMENTO

14/10/2022

TOTAL A PAGAR

R\$ 16.925,11

Reservado ao Fisco

8b43.8610.de33.d965.0afb.f810.cafc.ee5c

CANAL DE CONTATO

-Censo 2022 - Receba os recenseadores - Responda para o Brasil saber o que precisa: censo2022.ibge.gov.br.

FATURAS EM ATRASO

VENCIMENTO VALOR (R\$)

ATENÇÃO

UC com Mini Geração conforme REH 482/2012
Saldo Ac: 5(P) 4(FP) A expirar em 10/2022: 0(P) 0(FP)

Consumo dos últimos doze meses

MÊS/ANO	PONTA		FORA DE PONTA		PONTA		FORA DE PONTA		RESERVADO	
	CONSUMO FATURADO	DEM.MEDIDA	CONSUMO FATURADO	DEM.MEDIDA	ERE	DRE	ERE	DRE	CONSUMO	ERE
SET/22	181,65	4,20	1.159,20	8,40	23,10		197,40			
AGO/22	129,10	4,20	1.489,95	8,40	14,70		200,55			
JUL/22	134,40	4,20	1.000,65	8,40	17,85		131,25			
JUN/22	1,05	4,20	17,85	8,40			4,20			
MAI/22	12,60	4,20	164,85	8,40	3,15		45,15			
ABR/22	13,65	4,20	205,80	8,40	3,15		43,05			
MAR/22	3,15	4,20	152,25	4,20			29,40			
FEV/22	98,70	4,20	704,55	8,40	21,00		142,80			
JAN/22	485,15	4,20	1.769,25	8,40	70,35		732,90			
DEZ/21			1.050,00							
NOV/21			2.100,00	10,50						
OUT/21		21,00								
SET/21										

 **Receba sua fatura por e-mail.**

Mais comodidade para o seu dia a dia.



Cadastre-se em nossos canais:

 Agências de Atendimento

 0800 723 3320

 www.energis.com.br

Estrutura do consumo

* K : Constante do Medidor

Leitura Anterior: 31/08/2022 Leitura Atual: 30/09/2022 Dias: 30 Demanda Contratada Ponta:

Fora Ponta: 832,5

UN. Posto		Dados da leitura					Dados do consumo		
		Atual	Anterior	K	Perdas(%)	Fat. Pot.	Aj. Fator Pot.	Medido	Faturado
KWH	P	0,99	0,82	1050	0	0	0	181,65	181,65
INJ	P	286,08	275,79	1050	0	0	0	10.806,60	181,65
KWH	F	9,35	8,24	1050	0	0	0	1.159,20	1.159,20
INJ	F	3.274,73	3.019,50	1050	0	0	0	267.984,15	1.159,20
KW	P	0,00	0,00	1050	0	0	0	4,20	0,00
KW	F	0,01	0,00	1050	0	0	0	8,40	832,50
ERE	P	0,15	0,12	1050	0	0	0	23,10	23,10
ERE	F	1,45	1,27	1050	0	0	0	197,40	197,40
DRE	P	0,01	0,00	1050	0	0	0	5,25	0,00
DRE	F	0,01	0,00	1050	0	0	0	7,35	0,00

Indicadores de Qualidade

LIMITES DA ANEEL APURADO

DIC MENSAL	13,00	0,23
DIC TRIMESTRAL	0,00	
DIC ANUAL	0,00	
FIC MENSAL	5,00	1,00
FIC TRIMESTRAL	0,00	
FIC ANUAL	0,00	
DMIC	10,00	0,23
DICRI	21,00	

Conjunto: EXTREMA

Referência: 07/2022

Tensão Contratada: 34500

Limite Adequado: 32085 a 36225

DIC: n° de horas que o cliente ficou sem energia.
FIC: n° de vezes que o cliente ficou sem energia.

DMIC: duração, em horas, de maior interrupção de energia no período.

DICRI: Duração da Interrupção Individual ocorrida em dia crítico.

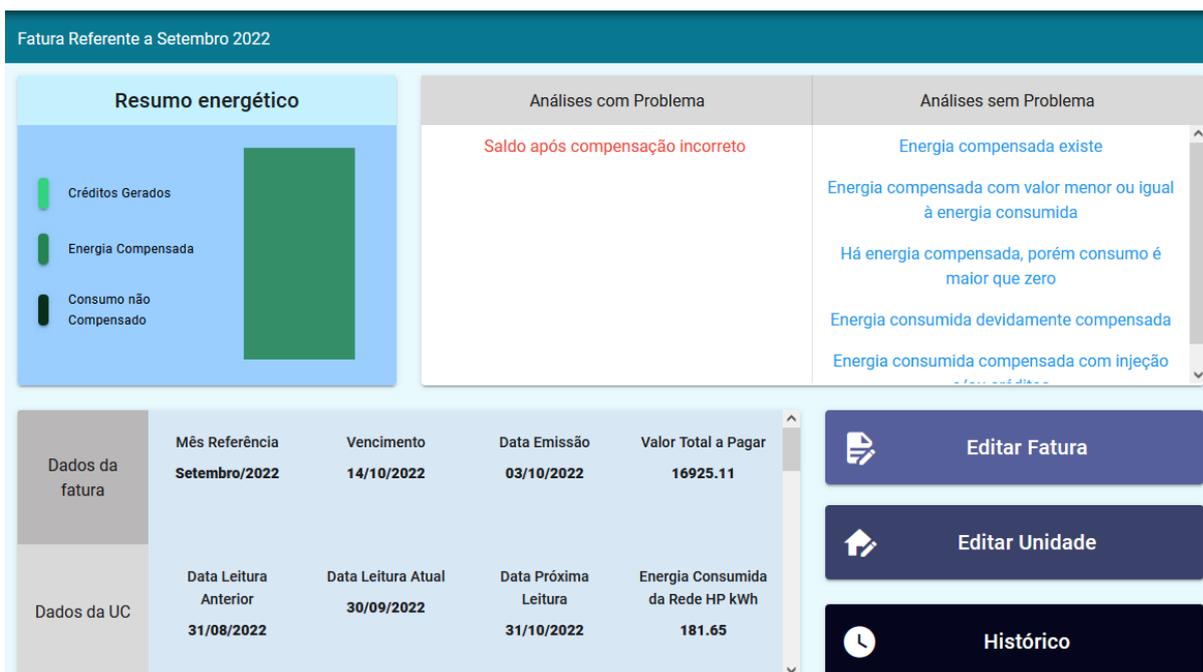
Possíveis valores individuais apurados acima dos padrões nesta unidade consumidora implicarão direito à compensação. É direito do consumidor solicitar, a qualquer tempo, a apuração dos indicadores de qualidade.

Nome	Dados tratados
Captura de dados	14:48:57
Mes de Referencia	Setembro/2022
Vencimento	14/10/2022
Data de Emissao	03/10/2022
Total a pagar	16.925,11
Leitura Anterior	31/08/2022
Leitura Atual	30/09/2022
Proxima Leitura	31/10/2022
CONSUMO MENSAL (grande consumidor)	///
Consumo do Mês (P)	181,65
Energia Ativa Compensada (P)	181,65
Consumo do Mês (FP)	1.159,20
Energia Ativa Compensada (FP)	1.159,20
Energia Reativa Exced (P)	23,10
Energia Reativa Exced (FP)	197,40
Demanda de Potência Medida (FP)	8,40
Demanda Potência Não Consumida (FP)	824,10
Energia Injetada (P)	181,65
Energia Injetada (FP)	1.159,20
Créditos Energia (P)	5
Créditos Energia (FP)	4
CONSUMO MENSAL (pequeno consumidor)	///
Consumo em kWh	Grande consumidor ver acima //\
Energia Atv Compensada	Grande consumidor ver acima //\
Dif. Custo Disp. Res.	Grande consumidor ver acima //\
Energia Injetada	Grande consumidor ver acima //\
Créditos Energia	Grande consumidor ver acima //\

TARIFA CONSUMO c/ TRIBUTOS (grande consum	///
Tarifa Consumo do Mês (P)	1,616240
Tarifa Energia Ativa Compensada (P)	1,616240
Tarifa Consumo do Mês (FP)	0,449840
Tarifa Energia Ativa Compensada (FP)	0,449840
Tarifa Energia Reativa Exced (P)	0,340220
Tarifa Energia Reativa Exced (FP)	0,340220
Tarifa Demanda de Potência Medida (FP)	20,184910
Tarifa Demanda Potência Não Consumida (FP)	20,184910
Tarifa CONSUMO MENSAL c/ tributos (pequeno	///
Tarifa Consumo em kWh	Grande consumidor ver acima /\
Tarifa Energia Atv Compensada	Grande consumidor ver acima /\
Tarifa Dif. Custo Disp. Res.	Grande consumidor ver acima /\
VALOR (Consumo x Tarifa) (grande consumidor)	///
Valor Consumo do Mês (P)	293,59
Valor Energia Ativa Compensada (P)	-293,59
Valor Consumo do Mês (FP)	521,47
Valor Energia Ativa Compensada (FP)	-521,47
Valor Energia Reativa Exced (P)	7,85
Valor Energia Reativa Exced (FP)	67,16
Valor Demanda de Potência Medida (FP)	169,55
Valor Demanda Potência Não Consumida (FP)	16.634,38
VALOR (Consumo x Tarifa) (pequeno consumi	///
Valor Consumo em kWh	Grande consumidor ver acima /\
Valor Energia Atv Compensada	Grande consumidor ver acima /\
Valor Dif. Custo Disp. Res.	Grande consumidor ver acima /\
Extras (grande consumidor)	///
Contrib. Ilum. Publ.	46,17
JUROS MORA	0
MULTA	0
ATUALIZACAO MONETARIA	0

Mês Referência	Setembro/2022
Vencimento	14/10/2022
Data Emissão	03/10/2022
Valor Total a Pagar	16925.11
Data Leitura Anterior	31/08/2022
Data Leitura Atual	30/09/2022
Data Próxima Leitura	31/10/2022
Energia Consumida da Rede HP kWh	181.65
Energia Compensada HP kWh	181.65
Energia Consumida da Rede HFP kWh	1159.2
Energia Compensada HFP kWh	1159.2
Energia Reativa HP kWh	23.1
Energia Reativa HFP kWh	197.4
Demanda de Energia Ativa HFP kW	8.4
Demanda de Energia Contratada HFP kW	824.1
Energia Injetada Geração HP kWh	181.65

Energia Injetada Geração HFP kWh	1159.2
Saldo de Energia HP kWh	5
Saldo de Energia HFP kWh	4
Tarifa Energia Ativa HP R\$	1.61624
Tarifa Energia Injetada HP R\$	1.61624
Tarifa Energia Ativa HFP R\$	0.44984
Tarifa Energia Injetada HFP R\$	0.44984
Tarifa Demanda Ativa HFP R\$	20.18491
Valor Energia Consumida HP R\$	293.59
Valor Energia Compensada HP R\$	293.59
Valor Energia Consumida HFP R\$	521.47
Valor Energia Compensada HFP R\$	521.47
Valor Energia Reativa R\$	67.16
Valor Demanda Ativa HFP R\$	16634.38
Valor Contrib Ilum Publica Municipal R\$	46.17
Valor Juros	0
Valor Multa	0



6.1.1.1.1. Críticas de Captura 1

Nro. Crítica	Críticas de Captura	Dados		Resultado
1	Data de emissão vazia		03/10/2022	Sem erros
2	Data de emissão do mês anterior não é menor que o mês atual	31/08/2022	03/10/2022	Sem erros
3	Data de leitura vazia		30/09/2022	Sem erros
4	Mês de referência em formato inválido		Setembro/2022	Sem erros
5	Data de vencimento em formato inválido		14/10/2022	Sem erros
6	Data da leitura anterior em formato inválido	31/08/2022		Sem erros

6.1.1.2.

Fatura 2

Teste Fatura Energisa 2 - Figuras 17

Fatura 2; Dados tratados 2; Dashboard 2; Críticas de Captura 2



LIGADA NA SUA ENERGIA
ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.
Rod Assis Chateaubriand S/N. KM 455 - Bairro: Vila Maria
PRESIDENTE PRUDENTE - SP CEP 19053-680
CNPJ 07.262.377/0001-20 Insc. Est. 562.408.884.115
Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica
Série: U NF: 039.443.774

Atendimento ao Cliente ENERGISA
Ao ligar, tenha sempre em mãos a conta.



0800 701 0326 ligação gratuita

Acesse: www.energisa.com.br

Emissão: 08/08/2022

Identificador para Débito Automático: 0004025957-4

CONTA REFERENTE A

APRESENTAÇÃO

DATA PREVISTA DA
PROXIMA LEITURA

UC - UNIDADE CONSUMIDORA

Agosto/2022

11/08/2022

05/09/2022

9/40

DEMONSTRATIVO

CCI	Descrição	Quantidade	Tarifa s/ Tributos	Tarifa c/ Tributos	Valor Total (R\$)	Base Calc. ICMS(R\$)	% Aliq. ICMS	ICMS (R\$)	Base Calc. PIS/COFINS (R\$)	PIS (R\$) (0,6671%)	COFINS(R\$) (3,0729%)
0601	Consumo em kWh	3.741,00	0,613690	0,777470	2.908,55	2.908,55	18	523,53	2.385,01	15,91	73,28
0601	Energia Atv Injetada	3.741,00	0,613690	0,699440	-2.616,63	-1.286,81	18	-231,62	-2.385,01	-15,91	-73,29
0601	Dif. Custo Disp. Res. 482.	100,00	0,613690	0,777470	77,74	77,74	18	13,99	63,74	0,42	1,96

CCI: Código de Classificação do Item

Total: 369,66 1.699,48 305,90 63,74 0,42 1,95

COMPOSIÇÃO DO CONSUMO

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)	%
SERVIÇO DISTRIBUIÇÃO	12,54	3,39
COMPRA DE ENERGIA	28,20	7,63
SERVIÇO DE TRANSMISSÃO	5,83	1,57
ENCARGOS SETORIAIS	14,85	4,02
IMPOSTOS DIRETOS E ENCARGOS	308,27	83,39
OUTROS SERVIÇOS	0,00	0,00
TOTAL	369,66	100,00

- Valor Encargo Uso Sist. Distr. (Ref 06/2022): R\$ 997,09

VENCIMENTO

TOTAL A PAGAR

18/08/2022

R\$ 369,66

Reservado ao Fisco

d588.fc25.8683.f62d.41df.d158.f66e.379f

CANAL DE CONTATO

-DENGUE MATA, TODOS CONTRAA DENGUE I

FATURAS EM ATRASO

VENCIMENTO VALOR (R\$)

ATENÇÃO

Isenção Taxa IP

- UC com Mini Geração conforme REH 482/2012.
- Saldo Acumulado: 17842. A expirar no próximo ciclo: 0
- Reajuste tarifário médio 11,52%, Vigência: 12/07/22, conf. REH nº 3.012/2022/ANEEL
- Leitura confirmada

Consumo nos últimos doze meses

MES/ANO	CONVENCIONAL	PONTO	INTERMEDIÁRIO	FORA DE PONTO
AGO/22	3741			
JUL/22	3382			
JUN/22	3485			
MAI/22	6303			
ABR/22	8763			
MAR/22	9942			
FEV/22	3613			
JAN/22	8866			
DEZ/21	10198			
NOV/21	8815			
OUT/21	10455			
SET/21	7841			
AGO/21	6457			

Receba sua fatura por e-mail.

Mais comodidade para o seu dia a dia.

Cadastre-se em nossos canais:

Agências de Atendimento

0800 701 0326 | www.energis.com.br

Estrutura do consumo * K : Constante do Medidor

Leitura Anterior: 06/07/2022 | Leitura Atual: 05/08/2022 | Dias: 30

UN. Posto	Atual	Dados da leitura				Fat. Pot.	Aj. Fator Pot.	Dados do consumo	
		Anterior	K	Perdas(%)	Medido			Faturado	
KWH P	786,00	713,00	50	2,5			3.741,00	3.741,00	
INJ P	322,00	235,00	50	2,5			4.242,00	3.741,00	

Indicadores de Qualidade

LIMITES DA ANEEL	APURADO	
DIC MENSAL	7,00	0,00
DIC TRIMESTRAL	0,00	
DIC ANUAL	0,00	
FIC MENSAL	3,00	0,00
FIC TRIMESTRAL	0,00	
FIC ANUAL	0,00	
DMIC	5,00	0,00
DICRI	13,00	

Conjunto: CATANDUVA
Referência: 06/2022
Tensão Contratada:
Limite Adequado: a

DIC: n° de horas que o cliente ficou sem energia.
FIC: n° de vezes que o cliente ficou sem energia.
DMIC: duração, em horas, de maior interrupção de energia no período.
DICRI: Duração da interrupção individual ocorrida em dia crítico.
Possíveis valores individuais apurados acima dos padrões nesta unidade consumidora implicarão direito à compensação. É direito do consumidor solicitar, a qualquer tempo, a apuração dos indicadores de qualidade.

Fatura Referente a Agosto 2022

Resumo energético

- Créditos Gerados
- Energia Compensada
- Consumo não Compensado

Análises com Problema	Análises sem Problema
	Energia compensada existe
	Energia compensada com valor menor ou igual à energia consumida
	Há energia compensada, porém consumo é maior que zero

Dados da fatura	Mês Referência	Vencimento	Data Emissão	Valor Total a Pagar
	Agosto/2022	18/08/2022	08/08/2022	369.66

Dados da UC	Data Leitura Anterior	Data Leitura Atual	Data Próxima Leitura	Energia Consumida da Rede HFP kWh
	06/07/2022	05/08/2022	05/09/2022	3741

Editar Fatura

Editar Unidade

Histórico

6.1.1.2.1. Críticas de Captura 2

Nro. Crítica	Críticas de Captura	Dados		Resultado
1	Data de emissão vazia		08/08/2022	Sem erros
2	Data de emissão do mês anterior não é menor que o mês atual	06/07/2022	08/08/2022	Sem erros
3	Data de leitura vazia		05/08/2022	Sem erros
4	Mês de referência em formato inválido		Agosto/2022	Sem erros
5	Data de vencimento em formato inválido		18/08/2022	Sem erros
6	Data da leitura anterior em formato inválido	06/07/2022		Sem erros

6.1.2. Teste com Fatura Enel

A captura de dados de fatura ENEL não foi 100% implementada e não possui conexão com o resto do sistema. Inserimos apenas como uma demonstração de possível extensão do projeto para outras concessionárias.

Teste Fatura ENEL - Figuras 19

Fatura 4; Dados tratados 4; Dashboard 4; Críticas de Captura 4



Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S. A.
Av. das Nações Unidas, 14401 - Conjuntos 1 ao 4, 17º ao 23º andar, Torre B1
Vila Gertrudes, São Paulo/SP - Cep 04794-000
CNPJ n 61.695.227/0001-93 - Inscrição Estadual: 133.122.090.117 | Regime Especial Proc. 1000635-686924/2005

SEGUNDA VIA.

1

Dados do Cliente/Unidade Consumidora		Dados da Conta		Histórico de Faturamento	
Nº DA INSTALAÇÃO 121	Nº DO CLIENTE 101	VENCIMENTO 29 AGO 2022	TOTAL A PAGAR (R\$) 355,95	Mês/Ano	kWh Dias
CPF/CNPJ: 05.8	INSC. EST:	CONTA REFERENTE A JUL 2022		jul/22	362 33
VOGEL SOLUCOES EM TELECOMUNICACOES E INF		Dados de Medição		jun/22	305 30
CEP: 068		Nº do medidor	9932960	mai/22	347 29
		Leitura anterior	24 JUN 47.658	abr/22	436 32
		Leitura atual	27 JUL 48.020	mar/22	486 30
		Próxima leitura	25 AGO	fev/22	407 28
		Fator multiplicador	1,00000	jan/22	468 33
		Consumo do mês (kWh)	362,0	dez/21	415 29
		Número de dias	33	nov/21	358 29
				out/21	364 32
				set/21	392 31
				ago/21	337 29
				jul/21	344 32
Classificação da Unidade Consumidora		Reservado ao Fisco 4896.EF2C.9EAS.B3AE.D164.D74D.C5D1.A363			
Grupo B	Subgrupo B3	Classe	COMÉRCIO, SERV.E OUTRAS ATIV.		
Subclasse ADMINISTRAÇÃO CONDOMINIAL		Data de emissão	27 JUL 2022	Nº Nota fiscal	431050136
		Série	B	Base de cálculo	296,56
		Aliquota	18%	ICMS	53,38
Tipo de fornecimento Monofásico		Modalidade Tarifária Convencional		CFOP 5253: Venda de en. elétrica p/ estabelecimento comercial	

Descrição de Faturamento		Bandeira(s) Tarifária(s) aplicada(s) no mês VERDE					
CCI	DESCRIÇÃO	QTD kWh	TARIFA C/ICMS	BASE ICMS	ALIQ ICMS	ICMS	VALOR
0605	USO SIST. DISTR. (TUSD)	362,000	0,45337	164,12	18%	29,55	164,12
0601	ENERGIA (TE)	362,000	0,32655	118,21	18%	21,28	118,21
0699	PIS/PASEP (0,86%)			2,53	18%	0,45	2,53
0699	COFINS (3,95%)			11,70	18%	2,10	11,70
0807	CIP-EMBU - MUNICIPAL						59,39
Tarifas aplicadas (sem impostos)							
CONVENCIONAL			0,37178 (TUSD)			0,26780 (TE)	
Valor dos Tributos: R\$ 65,06							

Nome	Dados tratados
Captura de dados	13:34:37
Nro da Instalacao	121473333
Nro Cliente	10106678
	///
CPF/CNPJ	05.872.047.0002-00
Cliente	VOGEL SOLUCOES EM TELECOMUNICACOES E INF
CEP	06805-050
Vencimento	29 AGO 2022
Total a pagar	355,95
Mes de Referencia	JUL 2022
Leitura Anterior	24 JUN
Leitura Atual	27 JUL
Proxima Leitura	25 AGO
Bandeira	VERDE
CONSUMO	///
Uso Sist. Distr. (TUSD)	362,000
Energia (TE)	362,000
TARIFA	///
Tarifa Uso Sist. Distr. (TUSD)	0,45337
Tarifa Energia (TE)	0,32655
VALOR (Consumo x Tarifa)	///
Tarifa Uso Sist. Distr. (TUSD)	164,12
Tarifa Energia (TE)	118,21
Impostos	///
PIS/PAESP	2,53
COFINS	11,70
Custeio Ilum. Publ.	59,39

6.1.2.1. Inserção manual de dados da fatura no sistema

Fatura Referente a Julho 2022

Resumo energético

- Créditos Gerados
- Energia Compensada
- Consumo não Compensado

Análises com Problema	Análises sem Problema
	<p style="color: blue;">Energia compensada existe</p> <p style="color: blue;">Energia compensada com valor menor ou igual à energia consumida</p> <p style="color: blue;">Há energia compensada, porém consumo é maior que zero</p>

Dados da fatura	Vencimento	Valor Total a Pagar	Data Emissão	Energia Consumida da Rede HFP kWh
	29 AGO 2022	355,95	27 JUL 2022	362

Editar Fatura

Editar Unidade

Histórico

Dados da UC	Saldo de Energia HFP kWh	Energia Compensada HFP kWh	Energia Injetada Geração HFP kWh	Tarifa Energia Ativa TE HFP R\$
	0	0	0	0,32655

6.2. Testes de interface

A verificação de casos de uso foi realizada em forma de testes, aplicando a técnica planejada para cada caso no tópico “Plano de testes” (4.3).

6.2.1. Teste do Caso de Uso 2: Entrar na conta (Login/”logar”)

Passo 1: Acessar o site da aplicação

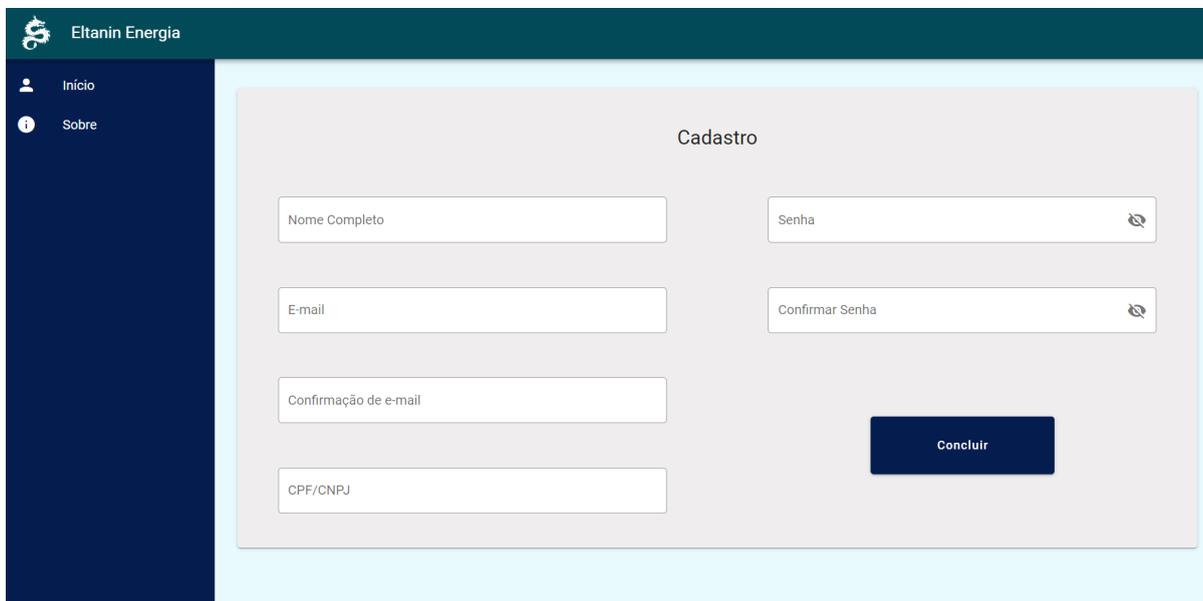
Expectativa: Sistema apresenta ao usuário os campos de Login (e-mail e senha) e uma opção de “Criar uma conta” (alinhada)

The screenshot shows the Eltanin Energia website interface. On the left, a dark blue sidebar contains the logo and the text 'Eltanin Energia' at the top, and 'Início' below it. The main content area is light blue and features a welcome message: 'Bem-vindo(a) ao Eltanin, um sistema de auditoria de faturas criado para geração distribuída baseado nas regulações normativas da Aneel. Em caso de dúvidas sobre essas normas ou outras indagações favor acessar a página [Sobre](#)'. Below this is a stylized dragon logo and the text 'EQUIPE ELTANIN', 'Airton de Souza Oliveira', and 'André Guarino de Almeida'. On the right, a white login form titled 'Login' contains two input fields: 'email' and 'senha' (with a toggle for visibility). Below the fields are two buttons: a grey 'Entrar' button and a blue 'Cadastrar-se' button.

Passo 2: Preencher os campos com seus dados de cadastro

a. Optar por criar uma conta

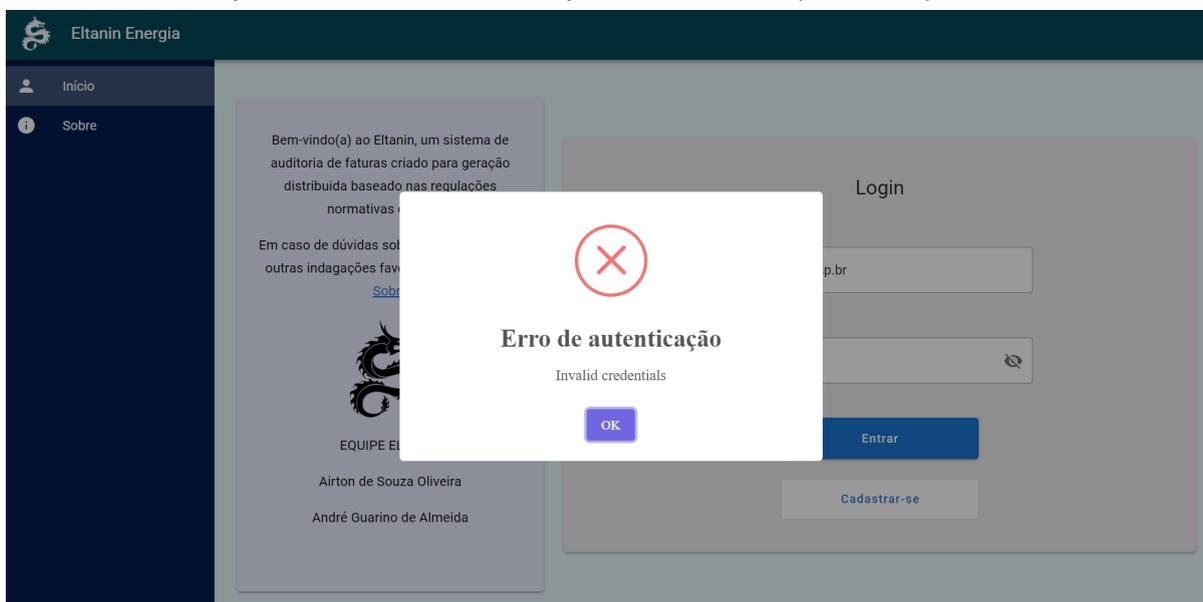
Expectativa: Sistema abre a tela de criação de conta (alinhada)



The screenshot shows the registration page of the Eltanin Energia system. The page has a dark blue header with the logo and name 'Eltanin Energia'. A dark blue sidebar on the left contains navigation links for 'Início' and 'Sobre'. The main content area is light gray and titled 'Cadastro'. It features five input fields: 'Nome Completo', 'E-mail', 'Confirmação de e-mail', 'CPF/CNPJ', 'Senha', and 'Confirmar Senha'. The 'Senha' and 'Confirmar Senha' fields have eye icons for toggling visibility. A dark blue 'Concluir' button is positioned at the bottom right of the form.

b. Preencher com dados inválidos

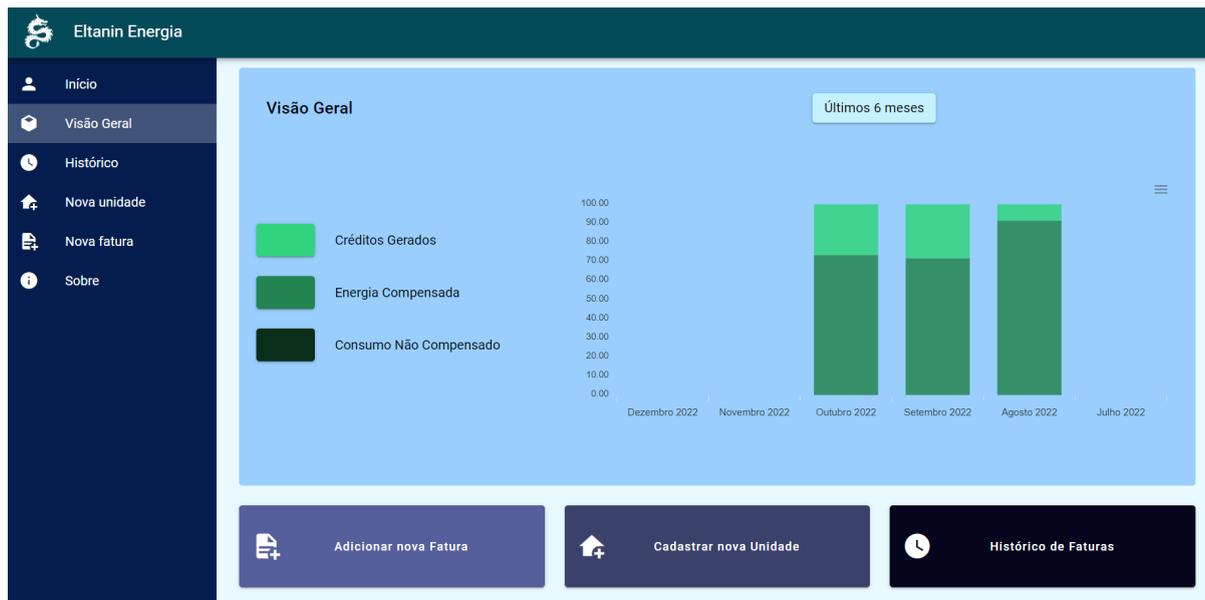
Expectativa: Sistema não permite acesso (alinhada)



The screenshot shows the login page of the Eltanin Energia system. The page has a dark blue header with the logo and name 'Eltanin Energia'. A dark blue sidebar on the left contains navigation links for 'Início' and 'Sobre'. The main content area is light gray and titled 'Login'. It features two input fields: 'E-mail' and 'Senha'. A dark blue 'Entrar' button is positioned at the bottom right of the form. A modal dialog box is overlaid on the page, displaying a red 'X' icon and the text 'Erro de autenticação' and 'Invalid credentials'. An 'OK' button is located at the bottom of the modal.

c. Preencher com dados válidos

Expectativa: Sistema permite acesso e redireciona para a página "Visão Geral" (alinhada)



6.2.2. Teste do Caso de Uso 7: Subir Faturas para o Sistema

Passo 1: Selecionar a opção “Adicionar nova fatura” no menu lateral

Expectativa: Sistema redireciona usuário a uma janela com campos para seleção de UC, distribuidora, mês de referência e oferece a opção de leitura automática (alinhada)

Passo 2: Escolher se deseja realizar a leitura automática ou inserir manualmente

- Escolher leitura automática, selecionar um arquivo e capturá-lo
Expectativa: Sistema extrai a informação do arquivo e discrimina os itens capturados na tela, permitindo edição, adição e deleção de itens (alinhada)

Eltanin Energia

Adicionar nova fatura

Minha casa

Energisa

Outubro 2022

Leitura automática

Anexar PDF da fatura

T_52_94025...36396.pdf

Itens da Fatura Confira o resultado da captura ↓

Mês Referência	Outubro/2022	
Vencimento	21/10/2022	

- b. Inserir manualmente os dados da fatura
 Expectativa: Sistema permite edição, adição e deleção de itens (alinhada)

Eltanin Energia

Adicionar nova fatura

Minha casa

Energisa

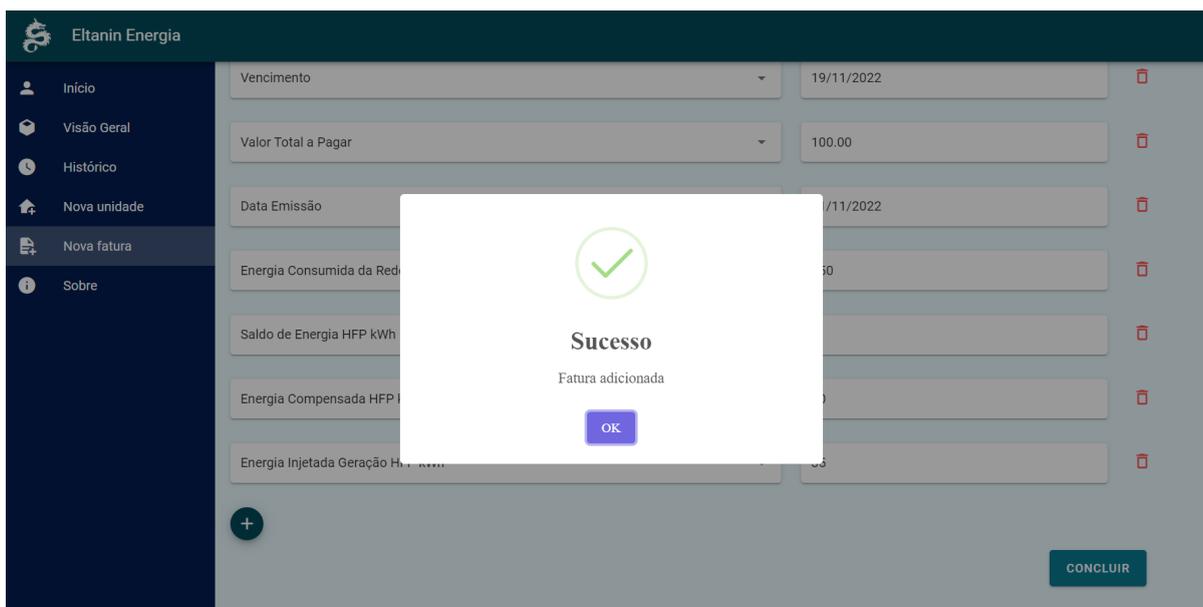
Novembro 2022

Leitura automática

Itens da Fatura

Vencimento	19/11/2022	
Valor Total a Pagar	100.00	
Data Emissão	11/11/2022	
Energia Consumida da Rede HFP kWh	150	

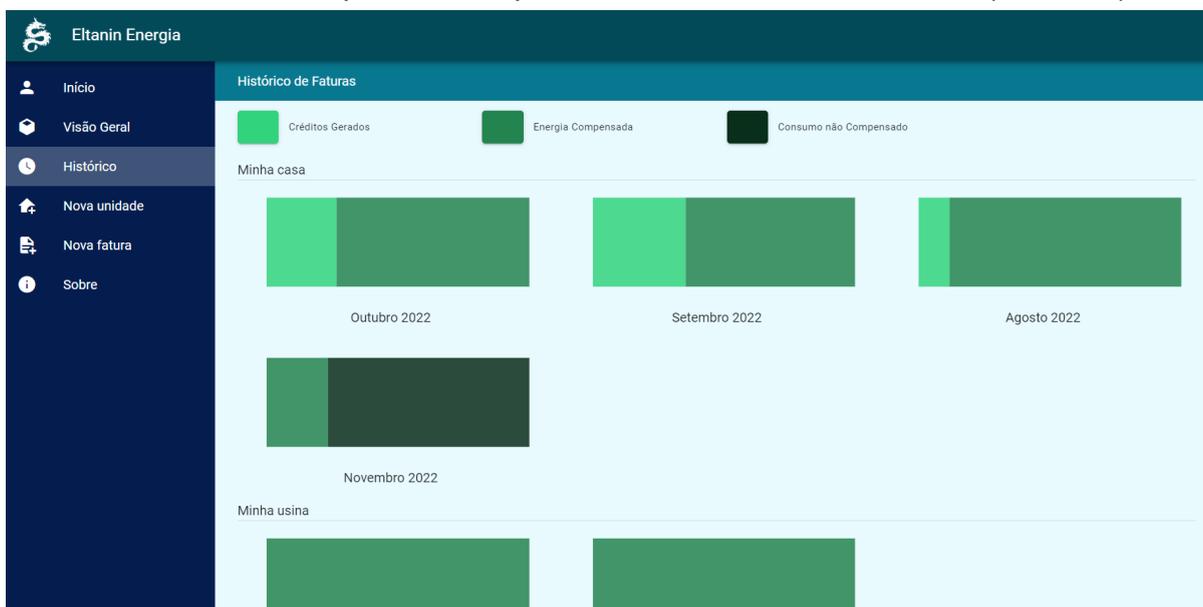
- Passo 3: Verificar os campos, alterá-los se necessário e confirmar
 Expectativa: Sistema notifica que a fatura foi adicionada no sistema (alinhada)



6.2.3. Teste do Caso de Uso 9: Histórico de Faturas

Passo 1: Clicar no botão “Histórico” no menu lateral

Expectativa: Sistema lista todas as faturas pertencentes a aquele usuário separando-as por unidade e mês de referência (alinhada)



Passo 2: Acessar detalhes da fatura ao clicar no registro a sua escolha

Expectativa: Sistema exhibe dados da fatura e da unidade, a opção de edição destes, lista de críticas aplicadas e resultados das críticas (alinhada)

Eltanin Energia

Fatura Referente a Setembro 2022

- [Início](#)
- [Visão Geral](#)
- [Histórico](#)
- [Nova unidade](#)
- [Nova fatura](#)
- [Sobre](#)

Resumo energético

Créditos Gerados

Energia Compensada

Consumo não Compensado

Análises com Problema

Saldo após compensação incorreto

Análises sem Problema

Energia compensada existe

Energia compensada com valor menor ou igual à energia consumida

Há energia compensada, porém consumo é maior que zero

Injeção maior que consumo e o saldo de créditos aumentou

Dados da fatura		Mês Referência	Vencimento	Data Emissão	Valor Total a Pagar
		Setembro/2022	20/09/2022	08/09/2022	363.04
Dados da UC		Data Leitura Anterior	Data Leitura Atual	Data Próxima Leitura	Energia Consumida da Rede HFP kWh
		05/08/2022	06/09/2022	06/10/2022	3433

[Editar Fatura](#)

[Editar Unidade](#)

[Histórico](#)

7. Conclusão

O projeto se aproximou bastante do objetivo inicial proposto, resumir e automatizar a tarifação do consumo de energia elétrica de forma que um usuário leigo possa analisar e gerir suas contas. Todo conhecimento de uma área foi agregado para concepção e confecção deste projeto e ainda existe espaço para o desenvolvimento de novas funcionalidades e melhorias.

O maior desafio foi implantar a arquitetura pensada no início do projeto à medida que os obstáculos de desenvolvimento apareciam. A construção da aplicação web exigiu muito mais trabalho que o planejado e atrasou o cronograma, dificultando o processo de integração entre partes do sistema e inviabilizando o desenvolvimento de algumas funcionalidades com fluxo desenhado. Ao fim, o conjunto essencial de ações do sistema foi construído e validado, possibilitando um bom uso da plataforma mesmo não sendo tão sofisticado quanto havia sido idealizado inicialmente.

A captura de dados a partir de arquivos pdf apresentou diversas dificuldades técnicas advindas da lógica estrutural desse tipo de documento, isso implica em um grande investimento de tempo necessário para incluir novas distribuidoras no sistema e existem dados que variam de posição até em faturas emitidas pela mesma distribuidora. A fim de viabilizar o processo de captura, focou-se em faturas da Energisa Sul-Sudeste e alguns exemplos da Enel serviram para entender melhor a diferença na extração de dados entre estas duas.

Outra questão que complica essa implementação para mais de uma fornecedora é a dificuldade de obtenção de faturas de geração para essas concessionárias, o que tornará a análise dessas faturas menos precisa, pois a adaptação dos algoritmos a essas outras empresas exige uma etapa de identificação das informações de forma manual, e quanto mais testes mais refinado esse sistema se torna.

O projeto no seu estado atual tem potencial para impactar positivamente no desenvolvimento de uma sociedade mais consciente sobre os detalhes da geração distribuída, possivelmente incentivando sua popularização. O sistema em questão busca trazer confiabilidade ao processo renovável de geração de energia junto à carga, contribuindo no crescimento deste mercado e cooperando na criação de um futuro mais sustentável.

7.1. Evoluções futuras

Uma vez superada a falta de faturas, a extensão do projeto para outras distribuidoras exigiria apenas dois pontos importantes: a identificação da estrutura de suas faturas em PDF (organização das informações por coordenada) e

especificar o tratamento dos dados para o novo layout, pois podem haver tipos de “dados sujos” distintos para diferentes empresas. Feito isso é possível seguir exatamente o mesmo modelo aplicado à Energisa para envio, auditoria e exposição dos dados. Dessa forma podemos considerar o projeto escalável para quantas concessionárias desejar. Abrimos o tópico de evoluções futuras com essa leitura de mais fornecedoras pois consideramos esse o maior salto possível para nosso produto, cada nova empresa que consigamos ler e analisar em nosso sistema significa um enorme salto tanto de alcance tanto para usuários quanto geograficamente falando, pois a princípio um projeto como esse poderia ser expandido até ser capaz de cobrir leituras no país todo.

Dito isso há também evoluções menores, algumas delas sendo até conceitos que cogitamos implementar no projeto, mas que por diversos motivos ficaram apenas no campo das ideias, dentre eles podemos citar três principais funcionalidades que gostaríamos de ter implementado neste projeto e que acreditamos ser bem proveitosas.

- Críticas de captura
 - Mencionamos na parte de desenvolvimento e testes da monografia que chegamos a implementar essa funcionalidade até certo ponto. Ela faz parte da nossa planilha de análise e limpeza dos dados. Porém ela não foi conectada ao sistema.
 - Apesar de agregar confiabilidade no processo de captura, tais críticas não são essenciais para o fluxo principal. Por não afetarem diretamente a validação das regras de energia, elas foram tratadas com uma prioridade menor e sua visualização não foi incluída no design implementado.

- Detalhamento das críticas
 - Esse é um tópico que inicialmente nos propusemos a desenvolver, porém o caráter tortuoso da escrita das leis que estão por trás das críticas de captura dificulta a tradução para uma linguagem mais palpável dessas informações de forma satisfatória.
 - O que gostaríamos de ter feito era uma página dedicada à explicação de cada crítica (como a página que descreve o funcionamento do sistema e orienta o usuário sobre dúvidas mais comuns), ou então uma funcionalidade onde o usuário pudesse passar o mouse sobre a crítica que o sistema lhe devolveu e ver um pop-up ou algo parecido com seu conceito e descrição.

- Serviços externos
 - Implementação de serviços externos que permitam por exemplo a confirmação de e-mail, aumentando o nível de segurança.

- Seria possível também realizar uma busca de endereço por CEP, integração com sistema de localização como Google Maps, etc.
- Sistema para armazenamento de faturas online
 - O armazenamento de arquivos na nuvem permite que servidores e aplicativos acessem os dados por meio de sistemas de arquivos compartilhados. Essa compatibilidade faz do armazenamento de arquivos na nuvem uma opção ideal para cargas de trabalho que dependem de sistemas de arquivos compartilhados e oferece simplicidade de integração, sem alterações de código.
 - Se os arquivos de faturas de energia fossem armazenados de tal forma, o sistema seria capaz de permitir a visualização de todos arquivos PDF processados e a re-execução da captura de dados durante qualquer ponto do ciclo de vida da fatura.

REFERÊNCIAS

- [1] Geração Distribuída de energia (GD) | Portal Solar.
Disponível em:
<<https://www.portalsolar.com.br/geracao-distribuida-de-energia.html>>. Acesso em 06/06/2022
- [2] Artigo 14 do Decreto nº 5.163 de 30 de Julho de 2004.
Disponível em:
<<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10956384/artigo-14-do-decreto-n-5163-de-30-de-julho-de-2004>>. Acesso em 06/06/2022
- [3] Resolução Normativa Nº 482, de 17 de Abril de 2012.
Disponível em:
<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em 06/06/2022
- [4] Geração Distribuída — Português (Brasil).
Disponível em:
<<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>>. Acesso em 06/06/2022
- [5] Design de serviços – Wikipédia, a enciclopédia livre.
Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Design_de_servi%C3%A7os>. Acesso em 08/07/2022
- [6] Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015.
Disponível em:
<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em 09/07/2022
- [7] Anexo XI da Resolução Normativa ANEEL Nº 956, de 7 de Dezembro de 2021
Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Prodist
Módulo 11 - Fatura de Energia Elétrica e Informações Suplementares
Disponível em:
<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_10.pdf>. Acesso em 09/07/2022
- [8] Documentação do arquivo PDF
Disponível em:
<https://opensource.adobe.com/dc-acrobat-sdk-docs/standards/pdfstandards/pdf/PDF32000_2008.pdf>. Acesso em 10/07/2022
- [9] Documentação PDF Miner
Disponível em:

<https://pdfminersix.readthedocs.io/en/latest/topic/converting_pdf_to_text.html>.
Acesso em 10/07/2022

[10] Definição de Banco de Dados

Disponível em:

<<https://www.oracle.com/br/database/what-is-database/>>. Acesso em 10/07/2022

[11] Armazenamento de Arquivos na Nuvem

Disponível em:

<<https://aws.amazon.com/pt/what-is-cloud-file-storage/>>. Acesso em 10/07/2022

[12] O que é Python, para que serve e por que aprender?

Disponível em:

<<https://kenzie.com.br/blog/o-que-e-python/>>. Acesso em 16/10/2022

[13] What is JavaScript?

Disponível em:

<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript>. Acesso em 16/10/2022

[14] Typescript: o que é e quais são as vantagens de usar Typescript?

Disponível em:

<<https://kenzie.com.br/blog/typescript/>>. Acesso em 16/10/2022

[15] Vue.js

Disponível em:

<<https://br.vuejs.org/v2/guide/index.html>>. Acesso em 16/10/2022

[16] O que é o Express.js?

Disponível em:

<<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-o-express-js>>. Acesso em 16/10/2022

[17] O que é PostgreSQL

Disponível em:

<<https://4linux.com.br/o-que-e-postgresql/>>. Acesso em 16/10/2022

[18] Sobre | Node.js

Disponível em:

<<https://nodejs.org/pt-br/about/>>. Acesso em 17/10/2022

[17] Flask (framework web)

Disponível em:

<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Flask_\(framework_web\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Flask_(framework_web))>. Acesso em 12/12/2022

APÊNDICE

Códigos utilizados:

PDFMinerFINAL.py:

```
from pdfminer.pdfparser import PDFParser
from pdfminer.pdfdocument import PDFDocument
from pdfminer.pdfpage import PDFPage
from pdfminer.pdfpage import PDFTextExtractionNotAllowed
from pdfminer.pdfinterp import PDFResourceManager
from pdfminer.pdfinterp import PDFPageInterpreter
from pdfminer.pdfdevice import PDFDevice
from pdfminer.layout import LParams
from pdfminer.converter import PDFPageAggregator
import pdfminer
import xlswriter
import openpyxl

import pandas as pd

from datetime import datetime
from datetime import date

from read_result import read_result

def capture_invoice(filename='invoice.pdf'):
    fatura = filename
    fp = open(fatura, 'rb')

    current_day = date.today()
    now = datetime.now()
    current_time = now.strftime("%H:%M:%S")

    df = pd.DataFrame([["Capturado em: ", str(current_day), " às: ",
current_time]], index=[''], columns=['PageID', 'X', 'Y', 'Content'])

    writer = pd.ExcelWriter("dados_fatura.xlsx", engine='openpyxl')

    df.to_excel(writer, sheet_name='Sheet1')

    workbook = writer.book
    worksheet = writer.sheets['Sheet1']
```

```
#Lista de possíveis funcionalidades pesquisadas

# Criar um PDF "Parser" associado ao arquivo
parser = PDFParser(fp)

# Criar um objeto que refletirá a estrutura do documento PDF
document = PDFDocument(parser)

# Checar se o documento permite extração de dados. Caso contrário
abortar a operação.
if not document.is_extractable:
    raise PDFTextExtractionNotAllowed

# Create a PDF resource manager object that stores shared
resources.
rsrcmgr = PDFResourceManager()

# Criar um objeto dispositivo para o PDF.
device = PDFDevice(rsrcmgr)

# Análise do "Layout"
# Configurar parâmetros da análise.
laparams = LAParams()

# Criar um objeto agregador.
device = PDFPageAggregator(rsrcmgr, laparams=laparams)

# Criar um objeto interpretador de PDF.
interpreter = PDFPageInterpreter(rsrcmgr, device)

# Execução do Parser
def parse_obj(lt_objs):

    # "Loopar" por toda a lista de objetos
    for obj in lt_objs:

        # Se for uma caixa de texto, extrair suas informações na
        configuração indicada
        if isinstance(obj, pdfminer.layout.LTTextBoxHorizontal):
```

```

        df = pd.DataFrame([[page.pageid, int(obj.bbox[0]),
int(obj.bbox[1]), str(obj.get_text().replace('\n', ''))]], index=[''],
columns=['PageID', 'X', 'Y', 'content'])

        df.to_excel(writer, startrow =
writer.sheets['Sheet1'].max_row, index=[''], header= False)

        # Se for um "Container" repetir
        elif isinstance(obj, pdfminer.layout.LTFigure):
            parse_obj(obj._objs)

# "Loopar" por todas as páginas do documento
for page in PDFPage.create_pages(document):

    # Ler a página em um objeto de layout
    interpreter.process_page(page)
    layout = device.get_result()

    # Extrair texto do objeto
    parse_obj(layout._objs)

writer.close()

result_json = read_result()
return result_json

```

Fonte: Autores

read_result.py:

```

import xlswriter
import xlwings as xw
import pandas as pd
import pythoncom

def read_result():

    pythoncom.CoInitialize()

    excel_app = xw.App(visible=False)
    excel_book_dados = excel_app.books.open('dados_fatura.xlsx')

```

```
excel_book = excel_app.books.open('TRATAMENTO_DE_DADOS.xlsx')
excel_app.calculate()
sheet = excel_book.sheets['Dados Energisa']
headers = sheet['A1:C1'].value
results = sheet['A2:C58'].value
excel_book_dados.close()
excel_book.close()
excel_app.quit()

allRows = []

for row in results:
    data = {}
    for title, cell in zip(headers, row):
        data[title] = cell

    allRows.append(data)

usedRows = list(filter(check_used_rows, allRows))

return usedRows

def check_used_rows(row):
    rowValue = str(row['value'])

    if ('\\|/' in rowValue):
        return False

    if ('/|\\' in rowValue):
        return False

    if ('///' in rowValue):
        return False

    if (row['type'] == None):
        return False

    return True
```

Fonte: Autores