

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO DO PLANALTO NORTE - CEPLAN
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

GILBERTO EDMUNDO TAVARES

PROTÓTIPO WEB PARA PRÁTICA DE ALGORITMOS
COM ACESSO OFFLINE

São Bento do Sul, SC

2016

GILBERTO EDMUNDO TAVARES

**PROTÓTIPO WEB PARA PRÁTICA DE ALGORITMOS
COM ACESSO OFFLINE**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio Dalmolin

São Bento do Sul, SC

2016

GILBERTO EDMUNDO TAVARES

PROTÓTIPO WEB PARA PRÁTICA DE ALGORITMOS COM ACESSO OFFLINE

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação

Banca Examinadora

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Cláudio Dalmolin
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membros:

Prof. Dr. Nilson Ribeiro Modro
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Prof. M.Eng. Alex Luiz de Sousa
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

São Bento do Sul SC, 28/11/2016

Dedico este aos meus familiares falecidos:
Meu irmão que sempre apoiou minha formação superior e carreira até oferecendo certa colaboração financeira.
E ainda mais recente meu pai que financiou meu pré ingresso e não pude compartilhar com ele esta conquista.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe me apoiou em minha decisão de cursar faculdade noutra cidade. E sempre que possível (mesmo com dificuldade) ajudou como pode: com móveis para meu primeiro quarto, algumas compras de mercado e algum dinheiro quando ficava mais crítico. Inclusive isso tudo pode ter sido um dos motivos da decisão dela em vender o imóvel em que morávamos.

A toda a família Lischka que me acolheu inicialmente como hóspede na residência do casal Arnaldo e Jacira (prima da minha mãe). Foi também na empresa familiar deles, juntos com seus filhos, que tive meu primeiro emprego na cidade e me foi cedido para moradia um quatinho e dependências junto à empresa.

Ao meu irmão que me empregou as sábados e minhas cunhadas que me hospedavam, além de amigos. A todos os motoristas que me deram carona, economizando assim a passagem para que eu pudesse voltar com uma grana a mais do final de semana.

A todos os meus amigos de moradia que tiveram que me aguentar nas repúblicas que habitei, especialmente à mais recentemente extinta “Mansão Amarela”.

A Joseli que sua experiência passando pelo mesma situação de fim de curso foi de grande ajuda. Também seu apoio e motivação, bem como dos meu amigos de infância José e Rafael que fizeram o mesmo.

A toda a experiência social, esportiva e de conhecimento que as confraternizações com outros acadêmicos, Jiudesc e os vários Latinoware proporcionaram.

As empresas Hardline e Xthor que me ofereceram estágio e emprego respectivamente. Principalmente a segunda, na qual todo aprendizado e parceria com o Richard levou ao meu crescimento profissional, acadêmico e pessoal.

Sem esquecer é claro das minhas garrafas térmicas, que mantiveram tanto café quentinho quanto suco de guaraná gelado para embalar as noites dedicadas a esta realização.

“A maioria dos bons programadores programa não por esperar ser pago ou adulado pelo público, mas porque é divertido programar.” (tradução nossa)

Linus Torvalds

RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento de um protótipo para a prática computacional de algoritmos na aprendizagem de lógica da programação. O protótipo foi desenvolvido tendo como base a ferramenta já utilizada pela maioria dos professores desta instituição que lecionam a disciplina de algoritmos. O principal diferencial apresentado neste protótipo é permitir o acesso via navegadores de internet nativamente, sem instalações adicionais. Outro ponto chave é a possibilidade de, após um primeiro acesso, utilizar esta aplicação mesmo quando sem conexão com a internet, devido a uma tecnologia que armazena os arquivos necessários no navegador. Sendo o problema a atual dificuldade de iniciar o programa para a prática durante o aprendizado de algoritmos, vem se propor esta solução para acesso simplificado independente da plataforma ou dispositivo do aluno. Foi mantida a mesma sintaxe já utilizada na ferramenta na qual foi este protótipo baseado, permanecendo a variação de Portugol criada em 2002. A interface gráfica foi recriada mantendo somente elementos essenciais, portanto minimalista. Neste ponto já se tem apresentado o protótipo visualmente, com o editor de código e passando para a simulação dos algoritmos. Conceitos de algoritmos foram estudados e principalmente seus tradutores, tanto compiladores quanto interpretadores. Foi necessário um processo de aprendizado sobre estes compiladores por não termos neste curso ainda alguma disciplina que aborde este tema. Foram utilizadas técnicas de vanguarda para funcionamento em navegadores modernos, dentre essas os últimos padrões da linguagem de programação ECMAScript (popularmente JavaScript). Nessa linguagem foram encontrados componentes de código livre: Acorn e JS-Interpreter para a análise léxico-sintática e execução semântica respectivamente, além do Ace como editor de texto.

Palavras-chaves: Lógica da programação. Algoritmos. Portugol. Interpretador.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Compilador <i>versus</i> Interpretador	17
Figura 2 – Etapas de um compilador	18
Figura 3 – Compilador completo	18
Figura 4 – Exemplo de árvore sintática	19
Figura 5 – Interpretador proposto	24
Figura 6 – Caso de uso Aluno	25
Figura 7 – <i>Ace Kitchen Sink</i>	26
Figura 8 – Esquemático do Interpretador	29
Figura 9 – Interface Desktop	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplo para entendimento de tradutor	19
Quadro 2 – Árvore sintática gerada pelo Acorn modificado	28
Quadro 3 – HTML destacando o registro do SW	30
Quadro 4 – Conteúdo do arquivo SW	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lexemas encontrados no exemplo preposto	19
Tabela 2 – Comparativo das ferramentas	20
Tabela 3 – Comparação entre UAL e ILA	21
Tabela 4 – Escopo das linguagens UAL e ILA	22
Tabela 5 – Suporte à SW pelos navegadores	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
SW	<i>Service Workers</i>
UAL	<i>UNESA Algorithmic Language</i>
UNESA	Universidade Estácio de Sá

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS DO TRABALHO	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	13
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	LINGUAGEM NATURAL	15
2.2	PROGRAMAS DE COMPUTADOR	15
2.3	PSEUDO CÓDIGO OU LINGUAGEM	15
2.4	ALGORITMOS	15
2.5	TRADUTORES	16
2.5.1	Processo de compilação	16
2.5.2	Análise Léxica	17
2.5.3	Análise Sintática	19
2.5.4	Análise Semântica	19
2.6	FERRAMENTAS EXISTENTES	20
2.7	CASO DE ENSINO COM LIVRO E FERRAMENTA	21
3	MÉTODOS DE PESQUISA	23
3.1	CLASSIFICAÇÃO DAS PESQUISA	23
3.2	MÉTODO CIENTÍFICO	23
3.3	UNIVERSO DA PESQUISA	23
3.4	POPULAÇÃO E AMOSTRA	23
4	DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO	24
4.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	24
4.1.1	Requisitos Funcionais	24
4.1.2	Requisitos Não Funcionais	25
4.2	EDITOR DE CÓDIGO ACE	25
4.3	ACORN	27
4.4	JS-INTERPRETER	27
4.5	INTERFACE GRÁFICA	27
4.6	ACESSO <i>OFFLINE</i>	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
5.1	RELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVOS E OS RESULTADOS OBTIDOS . . .	32
5.2	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	33
5.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A base da programação é ensinar a máquina realizar determinada tarefa, para que isso seja possível é necessário que o usuário comunique-se com a máquina, numa linguagem que ela entenda, a linguagem de programação. A construção da linguagem de programação envolve ações definidas em passos que se deseja que a máquina execute, a estes passos damos o nome de algoritmos. Para isso pode-se dizer que independente do paradigma utilizado no processo de desenvolvimento ele envolve algoritmos (MEDEIROS, 2015).

Algoritmos podem não necessariamente serem computacionais, já que são um conjunto de passos finitos. Analogias simplistas são os ingredientes e modo de preparo de uma receita ou instruções para uma tarefa do cotidiano, como a troca de um pneu furado em um automóvel (MEDINA; FERTIG, 2006). Porém se tratando de computação deve ter maior formalidade, seguindo uma linguagem pois diferente do ser humano uma máquina não é tão interpretativa. Desconsideradas aqui inteligências artificiais que são desenvolvidas por algoritmos para terem comportamento de compreensão humana. Isto pode ser analogamente algo como não entender idioma estrangeiro e as instruções estarem nesta linguagem. Porém em informática isso tem que ser mais especificado com palavras ou caracteres predeterminados de início e fim, de blocos, repetições, etc (DERSHEM; JIPPING, 1990).

Sendo o berço mais popular da informática os Estados Unidos da América e seus criadores em muitos casos dessa origem ou de países com mesmo idioma as primeiras linguagens de computação e a maioria delas são em inglês (SEBESTA, 2009). Isso muda quando falamos do Portugal que possui variações, mas resumidamente sua origem vem como uma tradução de uma linguagem de programação simples e comum, com seus termos no idioma nativo do Brasil.

Tendo como foco o aprendizado de algoritmos para uma boa fundamentação de futuros programadores ou profissionais da área, muitas vezes a facilidade com o inglês não é algo comum em nosso país, a linguagem Portugal se torna um artifício vantajoso (JESUS et al., 2004). Neste sentido já é utilizado pela maioria dos professores do Centro de Educação Superior do Planalto Norte (CEPLAN) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) livro texto e software para a prática do aprendizado de algoritmos em Portugal.

Porém quando o software é exclusivo para uso em um único sistema operacional, instalações que podem não serem simples ou mesmo não acessível de outros dispositivos, passa a complicação adicional ao aluno iniciante. Por isso o protótipo tem como proposta ser acessível em qualquer navegador web, desde que alinhado com as tecnologias mais recentes. Sem contudo deixar de permitir que possa permanecer a prática de algoritmos quando não houver conexão com a internet.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo de ferramenta computadorizada para prática de algoritmos, podendo realizar a criação, edição, visualização e interpretação de algoritmos em pseudo linguagem Portugal. Seu diferencial o acesso nativo a partir de navegadores web modernos, inclusive acessível quando esteja indisponível uma conexão com a internet.

1.1.2 Objetivos Específicos

Visando atingir o objetivo geral em sua totalidade lista-se a seguir objetivos específicos de modo sucinto:

- Desenvolver o protótipo;
- Fazê-lo compatível com a sintaxe atualmente utilizada;
- Permitir o acesso nativo via navegadores web modernos;
- Aplicar funcionalidade para para uso sem conexão com a internet.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

No processo de ensino ao invés de abstração em papel utilizar prática em software auxilia e muito o aproveitamento na aprendizagem. Em algoritmos é necessário o pensamento lógico, em alguns casos o aluno vêm com deficiência inclusive em lógica geral. “O Aprendizado de algoritmos não é uma tarefa muito fácil, só se consegue através de muitos exercícios” (LOPES; GARCIA, 2002, p. 1). Para esse ensino é essencial conhecer dois conceitos principais: lógica de programação e algoritmos. Primeiramente é apresentado um paralelo de situações do cotidiano com algoritmos, ao efetuar comparações de instruções passo a passo realizadas diariamente, como fritar um ovo ou trocar um pneu de automóvel.

Após o entendimento básico já o uso de uma ferramenta computacional para a simulação deste algoritmos, aplicando linguagem estruturada em português suas descrições. Em alguns casos, utiliza-se de linguagens em inglês, como por exemplo, Pascal. Há professores que preferem usar pseudo linguagem em português somente “em papel”, iniciando a codificação diretamente em linguagem C. Tem-se inclusive, também “em papel”, de analisar e interpretar os passos do algoritmo para saber quais serão os valores em memória e a saída na tela.

Simultaneamente, com a prática escrita, sem software específico, pode-se simular os mesmos algoritmos em interpretador ou compilador. Sendo em um interpretador sua construção dividida em partes, cada uma com uma função específica. Geralmente identifica-se: o analisador

léxico, o analisador sintático, o analisador semântico, e o resultado de saída. Caso seja um compilador há, ao invés de resultado de saída, o gerador de código, que transforma o programa em linguagem de máquina composta de 0s e 1s (DELAMARO, 2004).

Diante do exposto, este trabalho justifica-se pelo empenho em facilitar o processo de aprendizagem de algoritmos, desenvolvendo um programa em navegador via Internet, fazendo com que seja desnecessária a instalação do programa, podendo ser acessado a partir de qualquer computador, com o objetivo que os exercícios sejam resolvidos com maior praticidade.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos que abordam o Processo de Ensino e Aprendizagem comum na atualidade e as Ferramentas Utilizadas, detalhes sobre o ensino com a utilização de Processamento de Linguagem Natural em Algoritmos. Após o primeiro o anterior introdutório o capítulo dois descreve principais termos tem sua teoria descrita além de apresentar as principais ferramentas utilizadas no ensino e prática de lógica de programação.

Os capítulos seguintes apresentam no três a metodologia utilizada e no quatro aplicação em seu desenvolvimento até o seu resultado, apresentando alguns temas pertinentes somente ao processo. Por fim o capítulo cinco conclui-se com as considerações finais, recomendações, sugestões e trabalhos futuros, podendo ser pelo autor ou outros interessados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o entendimento e desenvolvimento da proposta conforme explícita nos objetivos gerais e específicos, alguns conceitos teóricos devem ser dispostos. Algoritmos do conceito ao modelo utilizado, variações de modelos algorítmicos e outros ambientes de estudo, ensino ou prática.

2.1 LINGUAGEM NATURAL

Com menor rigidez do que se faz necessário para uma máquina, esses conjuntos também podem ser descritos em uma linguagem humanamente mais natural. Numa conversa ou em uma explicação de rota de um destino ou uma receita culinária o entendimento ocorrerá. Por depender de formalidade e buscando a aproximação com a rigidez das linguagens de programação utiliza-se o idioma estruturado. Em nosso caso o português estruturado, mas há também o inglês estruturado e certamente outras (MEDINA; FERTIG, 2006).

2.2 PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Sua estrutura é $E \rightarrow P \rightarrow S$ (entrada-programa-saída), podendo não haver argumentos de entrada. Exemplo, um programa após compilado pode receber em sua execução como argumento um número inteiro para resultar em sua raiz quadrada, ou outro sem receber argumento já tenha a raiz quadrada de um número pré definido (MEDINA; FERTIG, 2006).

2.3 PSEUDO CÓDIGO OU LINGUAGEM

Visando ser uma ponte entre a linguagem natural e as linguagens de programação temos as pseudo-linguagem. Notadamente Portugol é evidenciada como a solução, pois desde Saliba (1992) é confirmada sua ampla utilização. Porém não há uma padronização existindo inúmeras variações, no entanto com muitas semelhanças entre si.

2.4 ALGORITMOS

A última das notas de Ada Lovelace, que foram republicadas em 1953, apresenta os primeiros conceitos sobre programação, descrevendo um algoritmo. Desde então estes foram difundidos, sendo utilizados até a atualidade (SANTIAGO; DAZZI, 2003).

Conforme Medina e Fertig (2006) algoritmo é um termo mais amplo, sendo inclusive destinado a outras áreas e finalidades além da programação. As encontradas na literatura são interpretativas porém todas chegam ao mesmo resultado, um **conjunto de instruções para a resolução de uma situação**.

Como algoritmo é um conjunto de instruções pode-se dizer então que ele é também um programa de computador, apresentando um conjunto de operações e instruções específicas para a saída que se pretende (MEDINA; FERTIG, 2006).

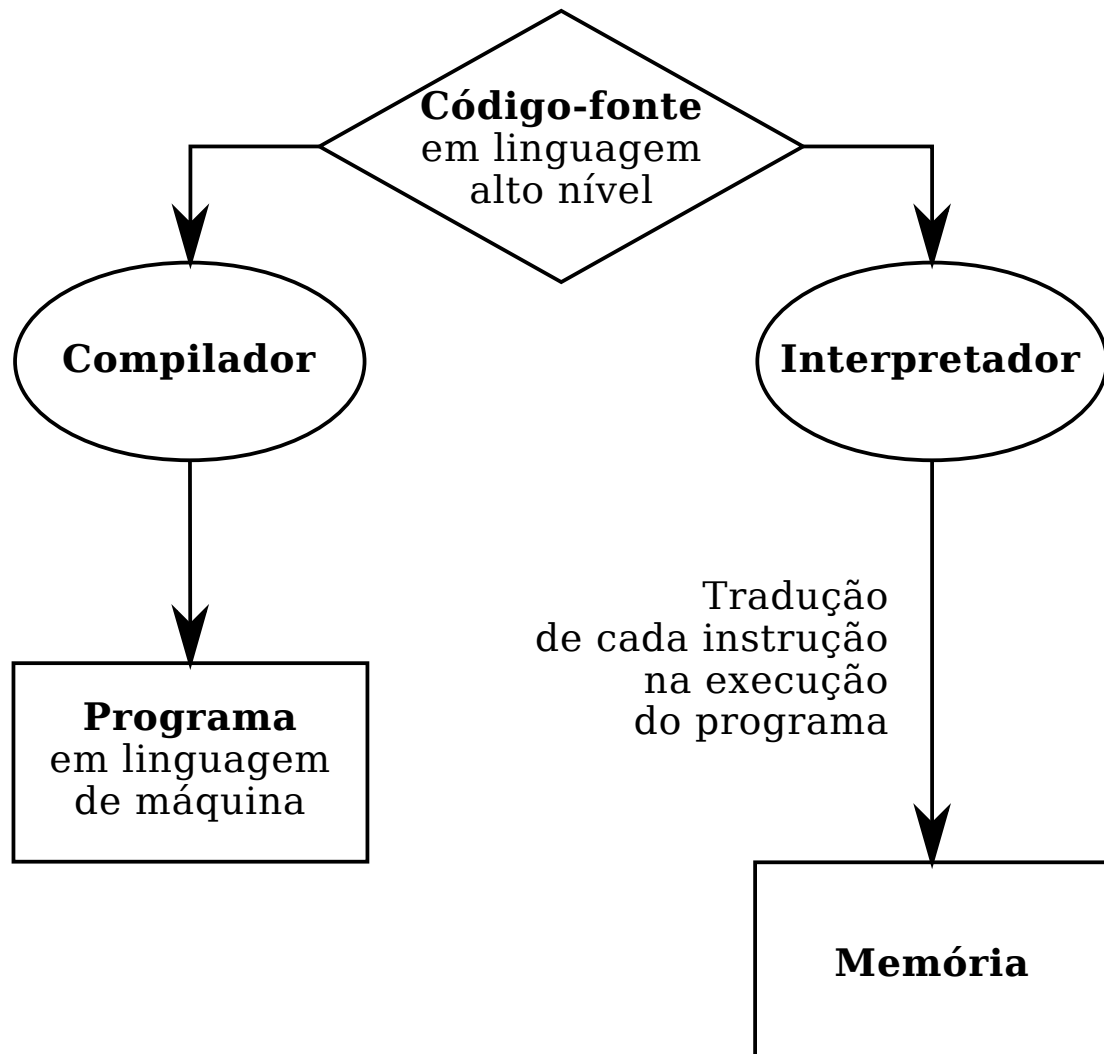
Para Santiago e Dazzi (2003) a estruturação do algoritmo com suas representações é dada da seguinte forma:

- Tipos de Dados: tipo de valores inserido nas variáveis;
- Variáveis: armazenagem na memória principal;
- Atribuições: definir valor numa variável;
- Operações aritméticas: utilizadas em cálculos entre números e variáveis;
- Operações relacionais: estabelecem relação entre comparações;
- Estruturas de Controle: para fluxo, com desvio condicional e laços de repetição;
- Vetores: variáveis com único nome, contendo um índice de posições;
- Matrizes: semelhante a vetores, porém de dimensão dupla;
- Funções: sub-programas com ou sem passagem de parâmetro.

2.5 TRADUTORES

Neste caso tradutor é um programa com capacidade de fazer leitura em uma linguagem e traduzir para outra equivalente. Conforme Aho et al. (2007) existem dois principais tipos de tradutores: compiladores e interpretadores. Ilustrada a diferenciação entre elas na Figura 1, a partir de uma mesma fonte o compilador à esquerda e o interpretador a direita demonstra que o interpretador tem sua execução traduzindo diretamente cada instrução.

Passando por um processo de entendimento de elementos mínimos no código, ignorando outros e agrupando em símbolos especificados, a compilação se inicia. Além dessa análise também é necessária a verificação se esses grupos estão em ordem ou outros erros possíveis. Delamaro (2004) descreve que código fonte de entrada termina tendo como saída o programa objeto, o compilador converte a linguagem simples em uma linguagem entendida pela máquina. Explicado o processo do compilador de maneira simples e objetiva é preciso ainda nomear tecnicamente além de expor sua etapas, sendo suas principais as análises: Léxica, Sintática e Semântica.

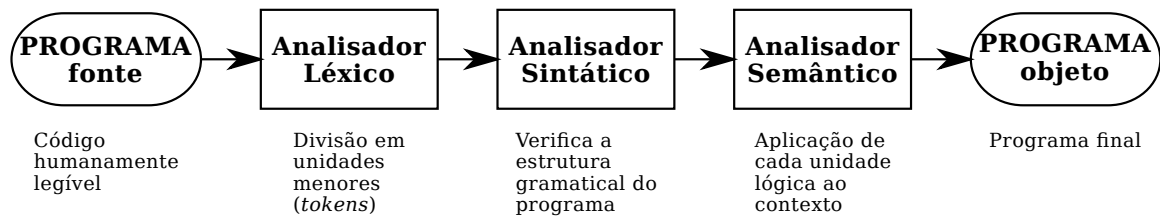
Figura 1 – Compilador *versus* Interpretador

Fonte: Produção do autor, adaptado de Medina e Fertig (2006).

2.5.1 Processo de compilação

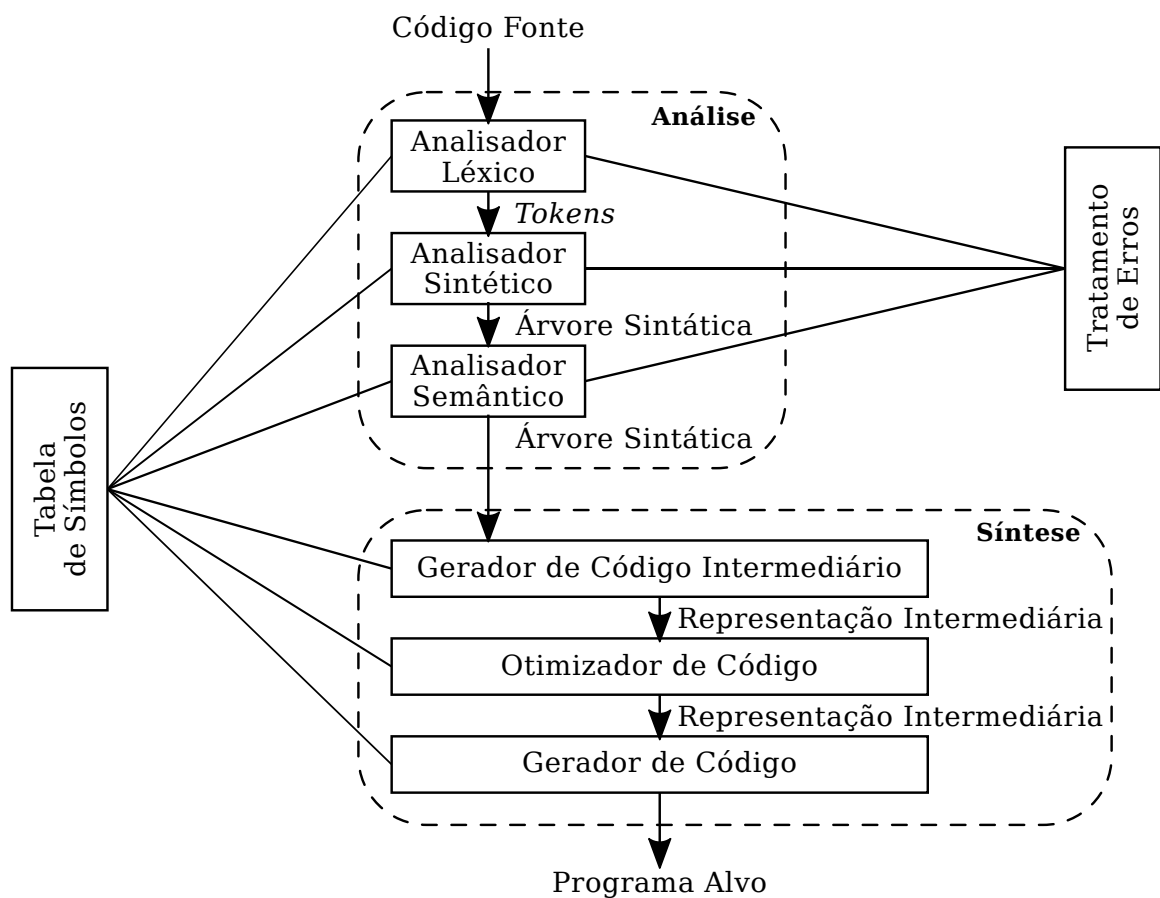
Num compilador ideal, de acordo com Aho et al. (2007) e visto na Figura 3, pode-se indentificar além das etapas essenciais identificada como a parte de **análise** (ou *front end*) também a parte final: **síntese** (ou *back end*). Na síntese a partir da árvore sintática são geradas representações intermediárias até o programa alvo executável através de: geração de código intermediário, otimização de código e por fim o gerador de código. Durante todas as etapas paralelamente agem a tabela de símbolos, para guardar informação sobre nomes declarados e o tratamento de erros que agem na parte de análise por exemplo identificando erro e em qual linha.

Figura 2 – Etapas de um compilador



Fonte: Produção do autor, adaptado de Ferrandin e Stephani (2005).

Figura 3 – Compilador completo



Fonte: Produção do autor, adaptado de Aho et al. (2007).

2.5.2 Análise Léxica

Também denominada *scanner* cita Aho et al. (2007) como sendo onde elementos mínimos, *tokens*, são identificados. Cada letra, número e outros caracteres (como pontuação e demais símbolos) além do espaço após reconhecidos são então agrupados com lexemas em: identificadores, palavras-chave reservadas, comandos, operadores, constantes, conjunto de texto, nome de variáveis, inícios e fins do algoritmos ou de blocos nele. Também remove comentários

e marcas de edição (tabulações, caracteres de avanço de linha e espaços). No Quadro 1 é dada uma linha do algoritmo para na Tabela 1 apresentar os lexemas indentificados.

Quadro 1 – Exemplo para entendimento de tradutor

<code>imprima "Aprendendo Algoritmo";</code>
--

Fonte: Produção do autor.

Tabela 1 – Lexemas encontrados no exemplo preposto

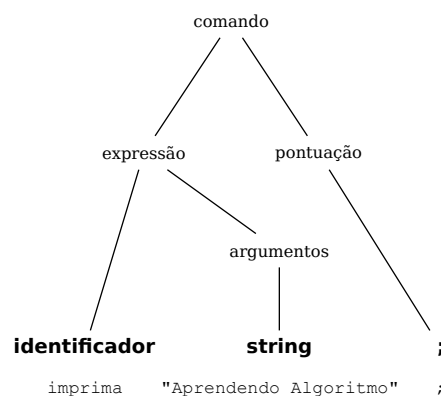
Lexema	Classificação
<code>imprima</code>	identificador da expressão de impressão
<code>"Aprendendo Algoritmo"</code>	conjunto literal de texto
<code>;</code>	caractere de encerramento de expressão

Fonte: Produção do autor.

2.5.3 Análise Sintática

Ou *scanner*, recebe a sequência de lexemas da análise anterior e determina se são elementos estruturais pertencentes à linguagem desejada, exposto por Delamaro (2004). São essas estruturas: expressões aritméticas, comandos de atribuição ou declarações de procedimentos e as relações entre eles, garantindo que seja correto sintaticamente. Considerando o mesmo exemplo do Quadro 1, a árvore que seria produzida é ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de árvore sintática



Fonte: Produção do autor.

2.5.4 Análise Semântica

Esta análise verifica o “significado” de comandos, ao tratar de aspectos relacionados a sua ordem para que tenha sentido dentro do definido pela gramática da linguagem para

a correta execução. É possível que um programa esteja em acordo com a sintaxe gramatical, porém apresente erros quanto a semântica. A gramática da linguagem é definida por uma árvore gramatical (*tree grammar*) é utilizada nesta etapa. Por exemplo se só for possível imprimir conjuntos literais de texto, variáveis, conjuntos dessas ou operações aritméticas entre parênteses e for criado como impressão direta de um número.

2.6 FERRAMENTAS EXISTENTES

- **ILA + AMBAP:** Desenvolvida por Evaristo e Crespo (2000) o Interpretador de Linguagem Algorítmica (ILA) é um intepretador via linha de comando no qual o AMBAP - AMBiente para Aprendizadeo e Programação utilizou em seu editor.
- **UAL + EditorUAL:** Desenvolvido por Spallanzani e Medeiros (2000) na UNESA era basicamente compilador via linha de comando, desenvolvido em Haskell para linux. Ele foi posteriormente portado para Windows, e neste recebeu um editor próprio.
- **VisuAlg:** Desenvolvida por Claudio Morgado de Souza profissional programador e analista bem como professor universitário, é utilizada tanto em cursos técnicos quanto em meio universitário. A facilidade de obtenção do seu executável para Windows (não necessária instalação), documentação e simplicidade, sem perder funções úteis para iniciantes, são grandes atrativos (SOUZA; FRANÇA, 2013).
- **Web Portugol:** Desenvolvida por pesquisadores na UNIVALI permite o acesso via navegadores que tenham integração com Java, desde que o mesmo também esteja instalado no computadores (SOUZA; FRANÇA, 2013).
- **Construtor:** Desenvolvido pelo Centro Educacional de Informática Aplicada do SENAC (Rio de Janeiro), é a primeira encontrada para uso em Windows e tem a vantagem acompanhar o livro “Construção de Algoritmos” de Fernandes e Botini (1999).

Na Tabela 2 consta exposto um comparativo de pontos que ressaltam como fatores determinantes em escolha de qual opção utilizar pelo educador no ensino para que seus alunos pratiquem o conteúdo.

Tabela 2 – Comparativo das ferramentas

	UAL+Editor	ILA+AMBAP	VisuAlg	Web Portugol	Contrutor
Plataforma	Linux e Windows	DOS/Windows	Windows	Web (Java Applet)	Windows
Licença	<i>open source</i>	<i>freeware</i>	<i>freeware</i>	<i>open source</i>	<i>open source</i>
Instituição	UNESA	UFAL		UNIVALLI	SENAC
Linguagem	Haskell	Java (editor)		Java	

Fonte: Produção do autor.

Desenvolvida por Esmin (1998) quando vinculado a UNOESC o **Portugol/Plus** é a mais antiga opção encontrada no Brasil. Merecendo destaque por ser comumente referenciada por outros autores, inclusive quando tratam sobre desenvolvimento de novas soluções. Porém por ser em plataforma *Disk Operating System (DOS)*, inclusive com interface gráfica foi desconsiderada no levantamento acima.

Ao delimitar a quantidade de itens outras também não foram listadas, alguns casos o acesso ao programa para testes não estava disponível ou menor relevância na literatura. No entanto merecem menção: **PascalX**, por Athur Vargas Lopes da ULBRA; **Web-UNERJOL**, utilizando UNERJOL os dois pelo mesmo acadêmico na UNERJ com colaborações distintas.

Outras mais não foram consideradas por fugirem do escopo ao utilizar robótica, jogos, foco em estrutura de dados ou similares: Guido VanRobot, Robot Prog, Kids Ruby, Fut Code, TBC-AED. Eram pretendidas somente ferramentas com pseudo-linguagem algorítmica em português, preferencialmente Portugol, partindo novamente do Editor UAL como referencial.

2.7 CASO DE ENSINO COM LIVRO E FERRAMENTA

O livro “Introdução à programação: 500 algoritmos resolvidos” de Lopes e Garcia (2002) tem um grande apelo por seu elevado número de resoluções como seu título deixa claro. Isso motiva os educadores utilizarem como livro texto base de disciplinas de ensino de Lógica da Programação. Neste livro todos os algoritmos propostos para execução computadorizada estão impressos na sintaxe UAL - variante do Portugol - acompanha mídia ótica que contém os exercícios nesta e também em ILA. Na Tabela 3 é visto a comparação entre elas.

Tabela 3 – Comparação entre UAL e ILA

Em UAL	Em ILA
<pre> prog algoritmo11 imprima "Aprendendo Algoritmo!!!"; fimprog </pre>	<pre> //prog algoritmo11 inicio limpar escrever "Aprendendo Algoritmo!!!" fim </pre>

Fonte: Produção do autor, a partir dos exemplos de Lopes e Garcia (2002).

Todo o projeto está pautado neste algoritmo simplista, obtido em Lopes e Garcia (2002, p. 26) e na mídia que acompanha o livro destes autores. Facilmente se nota a diferença nos blocos de início e fim do programa, além de somente em UAL ter o nome do mesmo (solucionado com uso de linha comentada) e o comando de limpeza somente necessário em ILA. As chamadas de escrita em tela também têm sua palavra reservada diferente. Nenhuma delas delimita o argumento por parênteses e UAL exige ponto e vírgula ao final. As duas não são sensíveis no uso de letras maiúsculas ou minúsculas nas palavras chaves .

Tabela 4 – Escopo das linguagens UAL e ILA

	UAL	ILA
Saída em tela	sim	sim
Entrada de argumentos	sim	sim
Tipos de dados	sim	sim
Variáveis	sim	sim
Atribuições	sim	sim
Operações aritméticas	sim	sim
Operações relacionais	sim	sim
Estruturas de controle	sim	sim
Vetores	sim	sim
Matrizes	não	sim
Funções	não	sim

Fonte: Produção do autor, baseado em Spallanzani e Medeiros (2000), Evaristo e Crespo (2000).

Sendo as estruturas de um algoritmo o escopo da linguagem, há diferenças entre UAL e ILA também quando quanto sua abrangência, visto Tabela 4 sendo a primeira estrutura única que o presente trabalho abrange. Não tendo a UAL estruturas como matrizes n-dimensionais, funções com ou sem passagem de parâmetros, novos comandos para tomada de decisões e controle de repetições, novos tipos de dados, conversores de tipos (SPALLANZANI; MEDEIROS, 2000).

3 MÉTODOS DE PESQUISA

Segundo Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa aplicada tem como propósito produzir compreensão sobre determinada questão objetivando aplicação prática, assim esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois busca resolver o problema de acessibilidade aos softwares de prática no aprendizado de algoritmo.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PESQUISA

Quanto aos objetivos a pesquisa qualifica-se do tipo exploratória, procurando conhecer as ferramentas existentes para aprendizagem de algoritmo.

A fase exploratória da pesquisa tem como função promover mais conhecimentos sobre o assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013).

3.2 MÉTODO CIENTÍFICO

Quanto aos procedimentos, a pesquisa realizou-se através de levantamento bibliográfico, realizada através de material já publicado (PRODANOV; FREITAS, 2013). Apurando artigos científicos, teses e monografias disponíveis publicamente na internet, principalmente via Google Acadêmico.

Inicialmente a pesquisa bibliográfica foi instituída tendo como meta os últimos 10 anos, mas como foram encontradas publicações relevantes vários anos anteriores esse valor foi alterado para o dobro, 20 anos. Nenhuma relevância encontrada no Brasil anterior à 1998 passando esse a ser o limiar, com dois trabalhos neste ano.

3.3 UNIVERSO DA PESQUISA

Segundo Prodanov e Freitas (2013) o universo da pesquisa caracteriza-se pela similaridade de características em uma população. Desta forma esta pesquisa está inserida no universo de desenvolvimento de software.

3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA

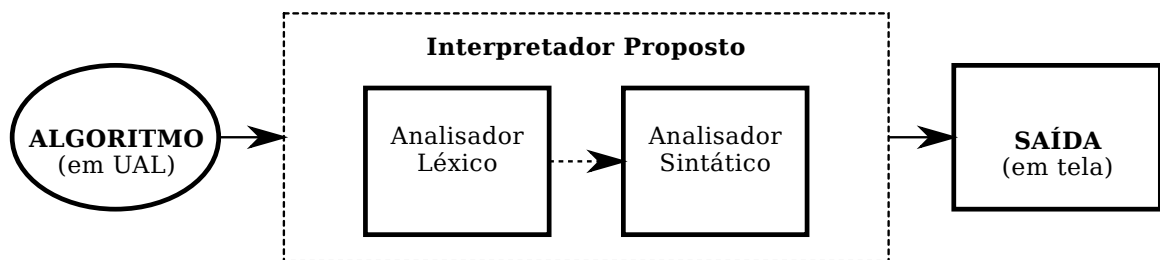
Amostra da pesquisa define-se pela parcela de indivíduos inseridas no universo da pesquisa. (PRODANOV; FREITAS, 2013). Assim sendo, a amostra da pesquisa tem como alvo os softwares desenvolvidos para prática de exercícios durante o aprendizado de algoritmos.

4 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

A criação do protótipo desse sistema foi o ponto principal desse trabalho, pois os objetivos foram oferecer opção para substituir *softwares* que vêm sendo utilizados atualmente por um prático, atual, acessível e com o código disponível para que possa ser corrigido e melhorado. Essencialmente a aplicação foi desenvolvida em linguagens Web, o JavaScript sendo a linguagem de programação, HTML como linguagem de marcação e CSS como estilização.

Nesse protótipo buscou-se eliminar algumas deficiências básicas que existem em ferramentas similares, por exemplo funcionalidade de desfazer durante a edição, pois essas podem fazer com que o seu uso seja desgastante e desanimador. Como mencionado nas limitações a inclusão de funcionalidades que poderiam estar disponíveis ficarão como sugestões, algumas delas são encontradas por exemplo em Ambientes Integrados de Programação, comumente utilizada em outras linguagens.

Figura 5 – Interpretador proposto



Fonte: Produção do autor, baseado em Esmin (1998).

Inclusive há caso em que a ferramenta inicialmente utilizada não é capaz de executar alguns algoritmos mais avançados. E isto leva a necessidade do uso de outro software na mesma disciplina até com possivelmente uma nova linguagem (por exemplo a linguagem de programação C ou C++), devido a esta necessidade alguns educadores optam por esta sendo a única ferramenta utilizada, ignorando linguagem Portugol. Espera-se que diferente o UAL essa limitação possa realmente ser concluída em trabalho futuros, conforme proposto nas conclusões.

4.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

O desenvolvimento de *software* antes de iniciar a codificação algumas estas são esperadas e recomendadas para maior acurácia (qualidade, orçamento, prazos). Análise requisitos prioriza e classifica os pontos aos quais a aplicação se pretende solucionar.

4.1.1 Requisitos Funcionais

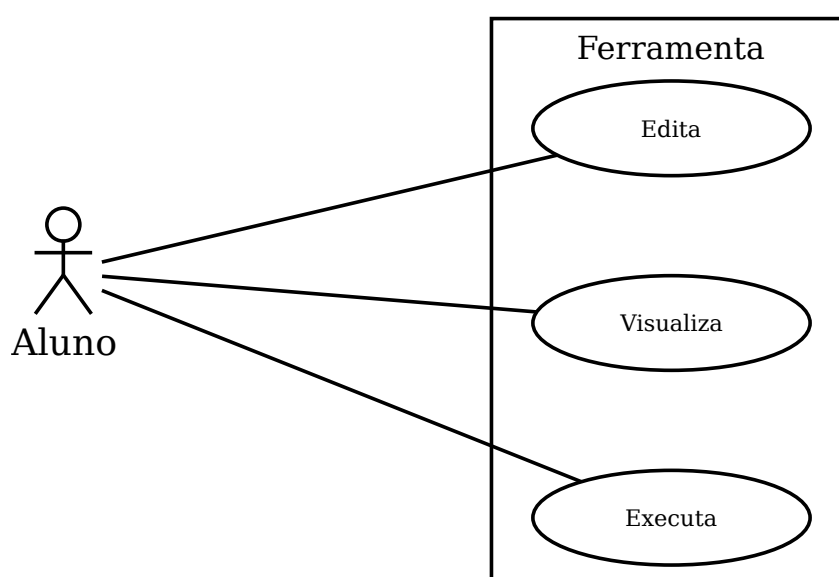
1. Permitir ao aluno edição de código

2. Permitir ao aluno abrir arquivos de texto
3. Permitir salvar o arquivo alterado
4. Permitir visualizar a simulação do programa

4.1.2 Requisitos Não Funcionais

1. O programa deve prezar pelo menor tamanho possível nos arquivos
2. O sistema deverá rodar em navegador (*browser*) moderno
3. Deverá ter interface minimalista, mas visualmente agradável
4. Ser acessível mesmo que desconectado da internet

Figura 6 – Caso de uso Aluno



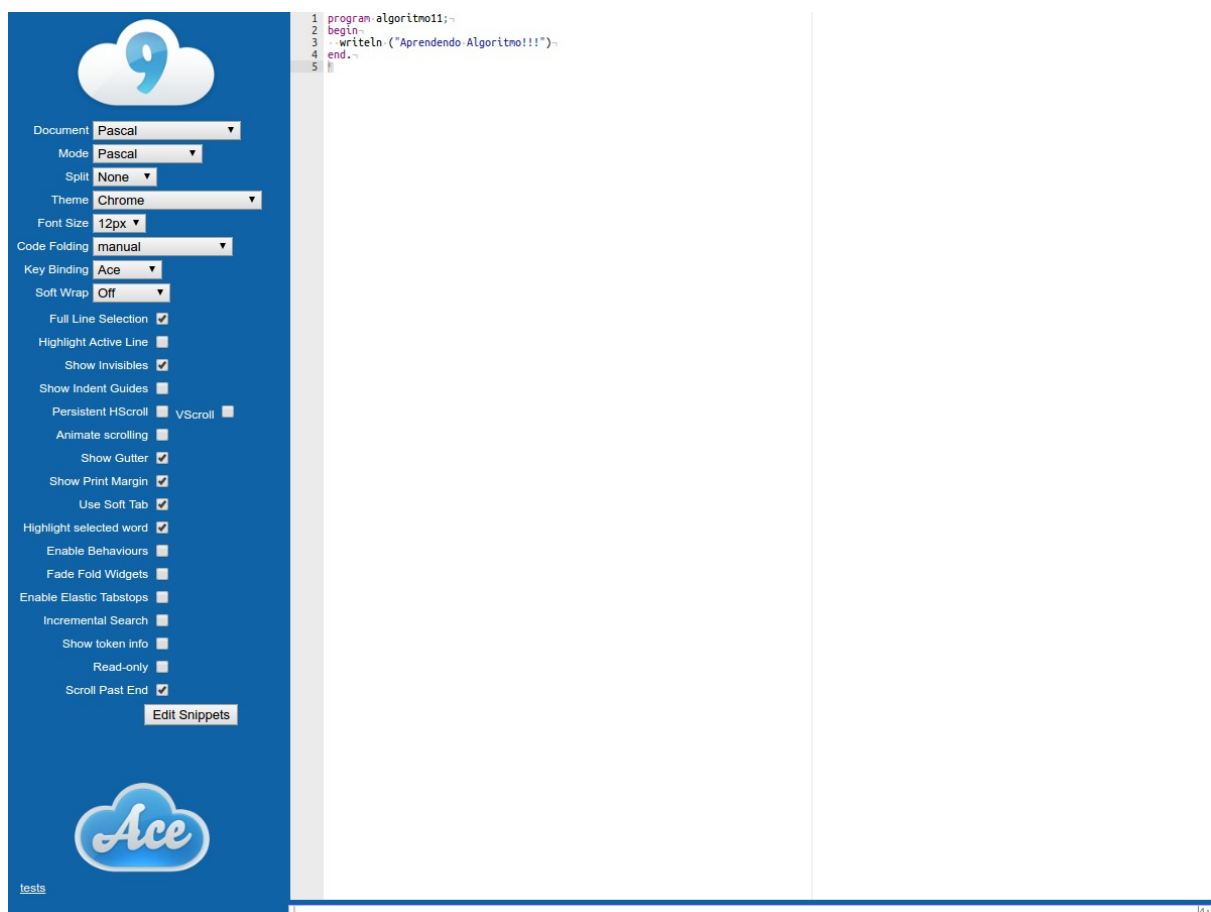
Fonte: Produção do autor.

4.2 EDITOR DE CÓDIGO ACE

No modelo para navegador já existem editores de código fonte de linguagens de programação, dos mais utilizados temos ACE e o CodeMirror, optado pelo primeiro pois em análise entendeu-se como sendo mais prático para o uso e criação do modelo da linguagem. Considerou-se a criação do modelo gramatical para destaque da sintaxe como dificuldade relativamente baixa.

Em tecnologia há os chamados *playground* (área de lazer), que são chamadas áreas para experimentações com determinada ferramenta ou tecnologia. No caso do editor ACE é disponibilizado uma “pia de cozinha” (*Kitchen Sink*) conforme Figura 7, onde o editor embutido pode ser modificado através de um menu lateral quanto a linguagem ou tema e outras de suas várias opções.

Figura 7 – Ace Kitchen Sink



Fonte: Captura de tela da parte visível no navegador.

Inicialmente as funcionalidades pretendidas são todas supridas e outra mais levam a esta ser uma opção útil para evolução da aplicação em trabalhos futuros. Ignorando as duas que dizem respeito ao destacamento de sintaxe em mais de 110 linguagens (porem customizável, que permitiu adicionar UAL) e mais de 20 temas (também personalizado apra o preto com negrito nas palavras reservadas, como o Editor UAL), as outras seguem listadas:

- Identação automática;
- Permite documentos com muitas linhas;
- Atalhos de teclado personalizáveis;
- Localizar e substituir, podendo utilizar expressões regulares;

- Alternar entre tabulação suave (espaços) ou tabulação real;
- Exibir caracteres ocultos;
- Arrastar e soltar utilizando mouse;
- Limitação de colunas no texto, com quebra;
- Retrair ou expandir código/
- Cursores e seleção múltiplas;
- Checagem em tempo real para algumas linguagens/
- Funcionalidade de recortar, copiar e colar.

4.3 ACORN

Para resultar na árvore sintática encontrou-se o ACORN um parser já escrito em JavaScript. De modo trabalhoso foi necessário adaptar o código fonte para compreender a estrutura do algoritmo proposto, principalmente devido à não utilização de parênteses para o comando de impressão em tela na linguagem UAL.

4.4 JS-INTERPRETER

Como saída o interpretador o JS-Interpreter foi encontrado como a única opção. Ele já se utiliza do mesmo ACORN mencionado acima e interpreta a própria linguagem JavaScript. Pelo mesmo motivo citado acima, falta de parênteses no comando, se tornou uma tarefa um tanto dispendiosa fazer com que ele se adaptasse ao modelo.

4.5 INTERFACE GRÁFICA

Como interface gráfica foi mantido o mínimo necessário. Somente o editor de texto e um botão para executar. Foram visualizadas renderizações e tamanhos de telas variados, computadores (Figura 9), tablets, smartphones, etc. Seguindo conceitos do Google Material Design foi adicionada uma barra no topo como botão para menu o nome da aplicação, denominada Bizu, e um botão flutuante no canto inferior direito como ícone “play” para a execução do algoritmo.

De acordo com o dicionarioinformal.com.br (2016) a gíria “bizu” teve origem em quartéis militares, onde os experientes sussurravam dicas para os novatos. Os superiores de longe ouviam aquela onomatopéia característica de cochicho “bzbzbzu”, dando origem ao termo. A escolha do nome se deve a partir da palavra bizu adicionada a sigla da sintaxe: resultando em “BizUAL”, nesta grafia.

Quadro 2 – Árvore sintática gerada pelo Acorn modificado

```

{
  "type": "Program",
  "start": 0,
  "end": 61,
  "body": [
    {
      "type": "PrintStatement",
      "start": 19,
      "end": 53,
      "print": {
        "type": "CallPrint",
        "start": 27,
        "end": 52,
        "arguments": {
          "type": "Literal",
          "start": 27,
          "end": 52,
          "value": "Aprendendo Algoritmo!!!",
          "raw": "\"Aprendendo Algoritmo!!!\""
        }
      }
    }
  ],
  "id": {
    "type": "Identifier",
    "start": 5,
    "end": 16,
    "name": "algoritmo11"
  }
}

```

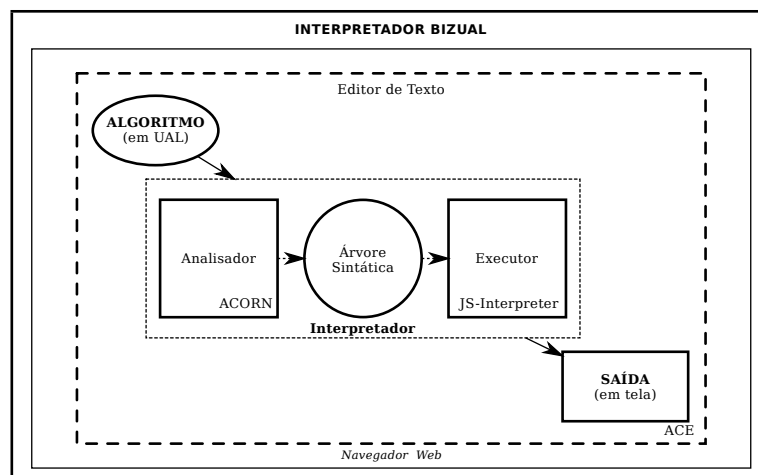
Fonte: Produção do autor.

Facilitando a tarefa de construção da interface foi utilizada a biblioteca Material Design Lite (MDL) disponibilizada oficialmente pelo Google. As cores foram escolhidas pela funcionalidade disponível no site da biblioteca.

Foi utilizado a funcionalidade *app cache* a partir de um arquivo manifesto listando o conteúdo que o navegador deve guardar cópia local. Podendo assim ter a internet desconectada após o primeiro acesso que a aplicação continuará acessível.

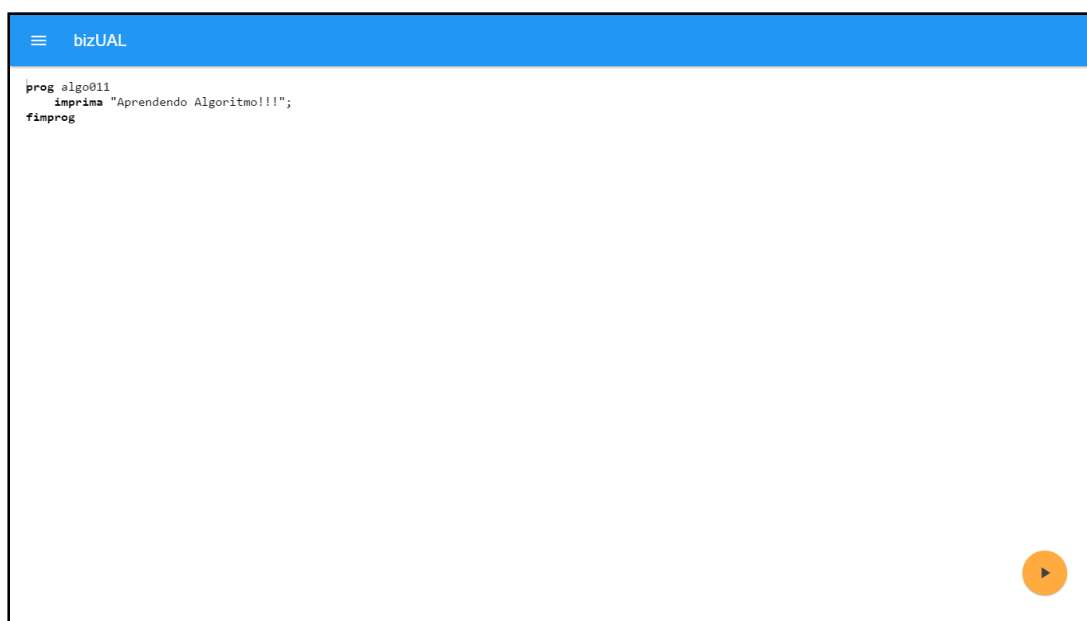
Todo o código foi desenvolvido em repositório disponível no github e quando concluído em sua versão mínima movido para seu destino final e podendo ser acessado.

Figura 8 – Esquemático do Interpretador



Fonte: Produção do autor.

Figura 9 – Interface Desktop



Fonte: Produção do autor.

4.6 ACESSO OFFLINE

Com auxílio de *Service Workers* (SW) é possível resolver a navegação *offline*. Está sendo desenvolvido, como explica Archibald (2014), por um esforço colaborativo entre grandes empresas como Google, Mozilla e outras, sua implementação tem sido constante principalmente nos navegadores Chrome e Firefox. Realmente excitante para os interessados na competição entre *web* e aplicações nativas nos sistemas operacionais.

Sua implementação no modo mais básico em uma aplicação de página única pode ser considerada simples. Porém sua versatilidade e aplicabilidade é incrivelmente mais extensa.

Quadro 3 – HTML destacando o registro do SW

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    (...)
  <body>
    (...)a
    <script>
      if (navigator.serviceWorker !== undefined) {
        navigator.serviceWorker.register('sw.js');
      }
    </script>
  </html>
```

Fonte: Produção do autor.

Inicialmente é necessário informar ao navegar o arquivo JavaScript que será o controlador, se comportando como se fosse um *proxy* local. Para isso utiliza-se o comando de registro (conforme Quadro 3), após testar se o navegador é compatível.

Quadro 4 – Conteúdo do arquivo SW

```
self.oninstall = function (event) {
  event.waitUntil(
    caches.open('bizual-static-v1').then(function (cache) {
      return cache.addAll([
        './',
        'css/all.css',
        'js/material.min.js',
        'js/aceual.js',
        'imgs/icon.png'
      ]);
    })
  );
};

self.onfetch = function (event) {
  event.respondWith(
    caches.match(event.request)
  );
};
```

Fonte: Produção do autor.

Dentro do arquivo `sw.js`, notável em Quadro 4, constam dois eventos: um de instalação para quando o navegador instala (*install*) de acordo com o registro e outra para captura de ação de rede (*fetch*), onde iria naturalmente requisitar determinado recurso. No evento de instalação lista os arquivos a serem armazenados e no de rede indica a utilizar os arquivos armazenados.

Durante o trabalho tem utilizada a denominação “navegador moderno” para nosso estudo

são navegadores que apostam em novas tecnologia que estejam surgindo. Normalmente podem ser considerados o Google Chrome, Mozilla Firefox e Opera. A Microsoft vêm flexibilizando essas adoções nas últimas versões e do seu substituto o Edge, porém quando tecnologias ainda em rascunho ela opta por sua definição e maturidade. A Tabela 5 apresenta como está, mesmo que parcial, essa compatibilidade. Ressaltando o quão recente é essa adoção, as versões lançadas somente neste ano como estáveis entre 9 de setembro e 23 de outubro, são nesses navegadores a primeira implementação ocorrida. Apenas o Google Chrome para *desktop* possui compatibilidade nas versões anteriores, desde 2 de maio também deste ano.

Tabela 5 – Suporte à SW pelos navegadores

Edge	Firefox	Chrome	Safari	Opera	iOS	Android
	49+	49+		41+		5.0+

Fonte: Produção do autor, baseado em Caniuse.com (2016).

Algumas observações são necessárias sobre a Tabela 5, o Microsoft **Edge** está nessa compatibilidade como “em desenvolvimento”, e o Internet Explorer (IE) foi intencionalmente ignorado por certamente nunca receber essa implementação já que seu desenvolvimento foi descontinuado em favor do Edge. O **Safari** da Apple utiliza motor Webkit e ele está com a situação, quanto essa compatibilidade, como “sob consideração”. E o **Android** 4.4.4 já utilizava WebView do Chrome mas só na 5.0 veio nativa e independente, porém instalar a última versão do Google Chrome para esse sistema operacional *mobile* tem o mesmo efeito, desde WebView ou navegador na versão 53.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste projeto era apresentar o conceito de aplicação para prática de algoritmos sem instalação, mas permitindo *offline*. Neste sentido sua estrutura como tradutor se mostrou desafiadora mesmo após a opção por componentes para montagem de editor e analisadores. Por outro lado mesmo recente a tecnologia de tratamento atual para acesso desconectado é bem acessível quanto a explicação de sua utilização, considerado como de dificuldade moderada.

Notou-se que há ruptura devido a muitas possibilidade ferramentas e variações nas suas sintaxes de pseudo-linguagem. Portugol podia ser um termo bem objetivo quando as pontos de sua estrutura e na verdade é tratado de modo irresponsável já que até hoje nenhum trabalho de especificação foi realizado.

Tentativas anteriores foram realizadas para disponibilização de acesso irrestrito via navegador de ferramenta similar. Porém o iniciante não costuma ter instalado em sua máquina *Java Virtual Machine* (JVM) e mesmo os navegadores como o Google Chrome tem perdido o suporte as essas tecnologias.

Devido a análise do cenário pode-se ter além do acesso *offline*, a primeira iniciativa de âmbito educacional em ensino superior, em consideração deste importante nicho dos dispositivos móveis. É gratificante ter como resultado uma aplicação que pode ser utilizada em qualquer dispositivo móvel, já que é raro quem não tenha um smartphone (principalmente entre universitários), mesmo sem se utilizar das linguagens nativas de seus sistemas operacionais.

5.1 RELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVOS E OS RESULTADOS OBTIDOS

O protótipo foi construído com êxito, conforme consta definido nos objetivos. E também muito importante foi desenvolvido de maneira pública no Github e está disponível para livre utilização, constando nas referências deste trabalho.

Fazer com que sua sintaxe fosse compatível com UAL foi possível, graças a limitação pré-definida inclusive reafirmada no objetivo. Em acordo com os primeiros exercícios do ensino, se tornou como mínimo produto viável dentro da sintaxe pretendida.

Por mais que permita-se acesso via navegadores modernos de internet mesmo sem conexão com internet ou necessidade de qualquer instalação adicional, esperava-se durante o planejamento que fosse mais ampla a compatibilidade para tais fins. Os navegadores compatíveis são afirmados como mais populares nas notícias. Porém principalmente a Microsoft deveria em breve implementar essa funcionalidade em seu navegador, o Edge em substituição ao IE, pois é considerado promissor nesse sentido e pré instalado por padrão em seu popular sistema operacional Windows na versão 10.

5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Como já citado principalmente quanto a tecnologias não foi produtivo a procura em bases científicas. Mas no limite nacional a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) mostrou-se grande apoiadora devido aos vários artigos relacionados aos congressos, *workshops* e outros promovidos por essa instituição que puderam ser obtidos.

Dentre o maior tema e também por relação com este, informática na educação que proporcionou material importante para composição dos capítulos presentes dessa dissertação. Quanto pesquisa por conteúdo, no que se refere à encontrar trabalhos que contivessem construção de *software*, teve resultados mínimos. Estes materiais não possuíam em sua estrutura boa descrição de seu desenvolvimento, podendo ter essa situação influenciado no resultado do presente.

Como entusiasta e evangelizador, do compartilhamento de informações e conhecimento em *software* livre, é triste perceber que inclusive em grandes universidades públicas não há aderência a esta filosofia. Lembra-se para que não seja lido aqui como gratuito, pois pode e é por muitas empresas utilizado esse pensamento de maneira comercial gerando bons lucros.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Oferecendo inúmeras possibilidades é desejado que seja uma inspiração para novos trabalhos ligados diretamente a este ou mesmo só por suas possibilidades *offline*. É possível listar as principais levantadas tentando enumerá-las em uma sequência lógica:

1. Ampliar o escopo das estruturas de algoritmos;
2. Acesso via login e senha com repositório dos códigos;
3. Desenvolver linguagem que una e venha a substituir a UAL buscando similaridade com Java, mas mantendo a retrocompatibilidade opcional;
4. Permitir flexibilidade para definir as variações de Portugol para que possa ser utilizado por usuários de outros ambientes.

REFERÊNCIAS

- ACE. **Ace Kitchen Sink**. 2016. Acesso em: 24 agosto 2016. Disponível em: <<https://ace.c9.io/build/kitchen-sink.html>>.
- AHO, Alfred V. et al. **Compiladores, princípios, técnicas e ferramentas**. 2. ed. São Paulo: Person, 2007. ISBN 8588639246.
- AJAX.ORG. **Ace - The High Performance Code Editor for the Web**. 2016. <<https://ace.c9.io/>>. Acesso em: 24 agosto 2016.
- ARCHIBALD, Jake. **Service Worker - first draft published**. 2014. <<https://jakearchibald.com/2014/service-worker-first-draft/>>. Acesso em: 4 novembro 2016.
- CANIUSE.COM. **Can I use... Service Workers**. 2016. <<http://caniuse.com/#feat=serviceworkers>>. Acesso em: 4 novembro 2016.
- DELAMARO, Márcio Eduardo. **Como Construir um Compilador Utilizando Ferramentas Java**. São Paulo: Novatec, 2004. ISBN 8575220551.
- DERSHEM, Herbert L; JIPPING, Michael J. **Programming languages: structures and models**. [S.l.]: Wadsworth Publ. Co., 1990.
- DICIONARIOINFORMAL.COM.BR. **Significado de Bizu**. 2016. Acesso em: 27 setembro 2016. Disponível em: <<http://www.dicionarioinformal.com.br/bizu/>>.
- ESMIN, Ahmed Ali Abdalla. Portugol/plus: uma ferramenta de apoio ao ensino de lógica de programação baseado no portugol. In: **IV Congresso RIBIE**. Brasília: Anais do IV Congresso RIBIE, 1998.
- EVARISTO, Jaime; CRESPO, Sérgio. **Aprendendo a Programar - Programando numa Linguagem Algorítmica Executável (ILA)**. [S.l.]: Book Express, 2000. ISBN 8586846473.
- FERNANDES, Antonio Luiz Bogado; BOTINI, Joana. **Construção de algoritmos**. Rio de Janeiro: SENAC, 1999. ISBN 8585746564.
- FERRANDIN, Mauri; STEPHANI, Simone Lilian. Ferramenta para o ensino de programação via internet. In: **Congresso Sul Catarinense de Computação**. Criciúma: Anais do I Congresso Brasileiro de Computação, 2005. p. 102–110.
- FRASER, Neil. **JS-Interpreter - A sandboxed JavaScript interpreter in JavaScript**. 2016. <<https://github.com/NeilFraser/JS-Interpreter>>. Acesso em: 29 agosto 2016.
- FUEGI, J.; FRANCIS, J. Lovelace babbage and the creation of the 1843 ‘notes’. **IEEE Annals of the History of Computing**, v. 25, n. 4, p. 16–26, Oct 2003. ISSN 1058-6180.
- GOOGLE. **Material Design Lite**. 2016. <<https://getmdl.io/>>. Acesso em: 19 julho 2016.
- HAYERBEKE, Marijn. **Acorn - A small, fast, JavaScript-based JavaScript parser**. 2016. <<https://github.com/ternjs/acorn>>. Acesso em: 29 agosto 2016.
- HAYERBEKE, Marijn. **CodeMirror - In-browser code editor**. 2016. <<https://codemirror.net/>>. Acesso em: 24 agosto 2016.

- JESUS, E. A. de; SANTIAGO; DAZZI, R. L. S. R. de. Ferramenta para criação e teste de algoritmos utilizando fluxogramas ou portugol. In: **Congresso Brasileiro de Computação, 2004, Itajaí**. Itajaí: Congresso Brasileiro de Computação, 2004.
- LOPES, Anita; GARCIA, Guto. **Introdução à programação: 500 algoritmos resolvidos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. ISBN 9788535210194.
- MEDEIROS, Antônio Vinícius Menezes. Um interpretador online para a linguagem portugol. 2015.
- MEDINA, Marco; FERTIG, Cristina. **Algoritmos e programação**. São Paulo: Novatec, 2006.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- SALIBA, Walter Luiz Caram. **Técnicas de Programação: Uma Abordagem Estruturada**. São Paulo: Markon, 1992. ISBN 0074607316.
- SANTIAGO, Rafael de; DAZZI, Rudimar Luís Scaranto. Ferramentas que auxiliam o desenvolvimento da lógica de programação. In: **XII SEMINCO - Seminário de Computação, 2003, Blumenau. Anais do XII SEMINCO**. Blumenau: Furb, 2003. p. 113–120.
- SEBESTA, Robert W. **Conceitos de linguagens de programação**. Porto Alegre: Bookman, 2009. ISBN 8577808629.
- SOUZA, Márcia Valéria Rocha de; FRANÇA, A. César C. Ferramentas de auxílio ao aprendizado de programação: Um estudo comparativo. In: **XIII ERBASE - WEIBASE**. Aracaju: Anais da XIII ERBASE - WEIBASE, 2013. p. 41–50.
- SPALLANZANI, Adriana Sayuri; MEDEIROS, Andréa Teixeira de. **UAL Unesa Algorithmic Language**. Rio de Janeiro: Unesa, 2000.
- TAVARES, Gilberto E. **BizUAL - Portugol interpreter in HTML5**. 2016. <<https://bizual.github.io/bizual/>>. Acesso em: 4 outubro 2016.