

O DESEMPENHO DOS ALUNOS DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DA ÁREA DE COMPUTAÇÃO NO ENADE NOS ASSUNTOS QUE ENVOLVEM ESTRUTURA DE DADOS E ALGORITMOS: UMA ANÁLISE HISTÓRICA E A PROPOSIÇÃO DE UMA BASE DE CONHECIMENTOS

Jonatas Alvarenga Maximiano (IC) e Solange Duarte Palma de Sá Barros (Orientadora)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

A chegada de novas tecnologias, fez com que diversas atividades do cotidiano se modificassem. A tecnologia passou a fazer parte da vida das pessoas e hoje é difícil imaginar alguma atividade que seja realizada sem a presença dela. Com os processos educacionais não foi diferente, o uso de diversos recursos tecnológicos para auxiliar a disseminação de conteúdo em escolas, faculdades e cursos tornou-se algo imprescindível para que o processo de aprendizagem se tornasse mais dinâmico e proporcionasse melhores resultados até para disciplinas consideradas complexas. A disciplina de estrutura de dados, pertencente aos cursos de graduação na área de tecnologia da informação é de grande dificuldade para muitos alunos por apresentar novos paradigmas de programação e diversos conceitos que se relacionam com outras áreas da computação. Apesar de ser de grande importância para o desenvolvimento das habilidades de programação, esta disciplina possui um grande índice de reprovação. Este artigo científico tem como objetivo investigar algumas das dificuldades no processo de aprendizagem de estrutura de dados e os algoritmos a ela relacionados, bem como fazer uma análise histórica do desempenho dos alunos no exame nacional do desempenho dos estudantes (ENADE) e propor uma base de conhecimento com o propósito de auxiliar a amenizar as dificuldades detectadas no processo de aprendizagem da disciplina.

Palavras-chave: estrutura de dados, aprendizagem, ENADE.

ABSTRACT

The upcoming new Technologies, modified many daily activities. The technology became a part of people's life and today is hard to imagine some activity that is made without it. In educational processes it wasn't different, the use of many technological resources helped the dissemination of content at schools, universities and courses and became something indispensable to make the learning process more dynamic and effective even to harder subjects. The data structure discipline, present in graduation courses in information technology area, is very difficult to many students because it shows new programming paradigms and a lot of concepts related to others computing area. Despite of great importance to develop

programming logic, this discipline has a great failure rate. The objective of this paper is to investigate some of the difficulties in the learning process of data structure, as well as do an historical analysis of students performance in national exam of students's performance (ENADE) and propose a knowledge basis with the purpose to help to soften the detected difficulties in this discipline learning process.

Keywords: data structure, learning, ENADE.

1. INTRODUÇÃO

Durante o curso de computação, diversos conceitos e técnicas são apresentados com o intuito de preparar os alunos para resolução de diversos tipos de problemas computacionais, porém, o processo de aprendizado é encarado de maneira diferenciada para cada aluno, o que o torna ainda mais desafiador. Cada indivíduo possui sua própria maneira de interpretar e absorver os conteúdos que são ministrados durante a graduação, e no caso de matérias mais complexas como as de lógica de programação e estrutura de dados, por exemplo, é comum a ocorrência de defasagem no entendimento de conceitos básicos devido ao fato de cada estudante possuir um próprio tempo de aprendizado. (Oliveira et al., 2016). De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação, aprovado em 8 de março de 2012 (MEC, 2012), os conteúdos curriculares que envolvem estruturas de dados e algoritmos devem fazer parte da Formação Tecnológica e Básica para todos os Cursos de Bacharelado e de Licenciatura. Assim, todo aluno que conclui um curso na área de computação deve ter adquirido competências e habilidades para identificar problemas que tenham solução algorítmica, conhecer os limites da computação e resolver problemas usando ambientes de programação (MEC, 2012).

Alguns estudos mostram que os alunos apresentam muita dificuldade no aprendizado desses conteúdos curriculares. De acordo com uma pesquisa realizada pelos alunos da universidade de Coimbra (GOMES, A., HENRIQUES, J., e MENDES, A. J., 2008), as principais dificuldades encontradas para o aprendizado de algoritmos e programação são:

- A compreensão e aplicação dos conceitos que, muitas vezes, são totalmente abstratos. Apesar dos professores utilizarem algumas ferramentas computacionais para diminuir este problema, de forma a “concretizar” visualmente alguns dos conceitos abstratos, ainda assim, muitos alunos enfrentam dificuldade;
- A falta de motivação ou interesse dos alunos pelo aprendizado de programação quando o hardware ou software utilizado trazem algum tipo de dificuldade;
- Falta de competência na resolução de problemas;
- Programar exige tempo, maturidade e dedicação;
- O ensino da programação está, normalmente, no início do curso de graduação, que por si só, já traz para o aluno, uma série de novidades e dificuldades;
- Falsa imagem criada para os programadores, como uma pessoa que não está integrada à sociedade, por exemplo;

Para tentar resolver este problema, diversas ferramentas são utilizadas com o intuito de tornar o processo de aprendizado mais dinâmico e participativo. Nesse contexto, os recursos computacionais tornaram-se um grande aliado ao processo de ensino de diversos conteúdos. Programas como o JavaTool (Mota et al., 2008) e o *Data Structure*

Visualization, dinamizam a visualização de estrutura de dados como pilhas, filhas, árvores, listas ligadas, entre outras. O ASCAA (Analisador Simplificado e Controle de Animação de Algoritmos), tem como o objetivo trazer esse dinamismo aos dispositivos móveis, como um aplicativo móvel (Oliveira et al., 2016).. Existem também ferramentas que utilizam recursos como o *Microsoft Kinect*, para assistir o processo de ensino de estrutura de dados.

Um problema com essas ferramentas, é o foco total na visualização da estrutura implementada, deixando detalhes conceituais importantes de fora da implementação final, o que faz com que somente parte das deficiências encontradas no ensino de estrutura de dados seja resolvida pois, a parte conceitual é tão importante quanto a visualização das estruturas implementadas.

O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) é realizado periodicamente com estudantes que concluíram o ensino superior, para os cursos de computação, o ENADE cobra diversos algoritmos e conceitos essenciais e que são esperados de um aluno recém-formado, tanto para sua vida profissional, quanto para conhecimento do nível de abstração obtido pelo aluno durante todo o curso. A disciplina de Estrutura de Dados é de grande cobrança no ENADE e está presente no exame em desde suas primeiras edições.

Com base no que nos conteúdos sobre estrutura de dados presentes no ENADE, esse trabalho tem o intuito de apresentar uma base de conhecimento que sane as deficiências conceituais apresentadas por outros trabalhos previamente desenvolvidos bem como, apresentar uma análise dos resultados das questões teóricas sobre Estrutura de Dados que estão presentes no ENADE.

As próximas seções apresentarão o referencial teórico utilizado para a produção deste artigo bem como a maneira como a pesquisa foi realizada e os resultados da mesma. Também serão apresentadas as considerações finais sobre o trabalho e como o desenvolvimento do mesmo pode servir de referencial para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A disciplina de estrutura de dados é de extrema importância dentro dos cursos de computação, por apresentar diversos recursos importantes que facilitam a resolução de diversos problemas computacionais. O desafio trazido por esta disciplina é muito grande, pois além de apresentar novos paradigmas de programação, os conceitos e a singularidade de cada estrutura apresentada pode criar uma grande confusão na cabeça dos estudantes, o que leva muitos à desistirem da disciplina e a torna uma das mais difíceis dos cursos de computação.

Segundo Tamassia (1996), estruturas de dados são implementações de tipos abstratos de dados e por esse motivo, a disciplina se torna complexa para muitos pois exige que os

conceitos abstratos apresentados, transformem-se em algo programável. Ainda para este autor, o estudo das estruturas também exige certa noção do comportamento do hardware do computador e este pode ser mais um fator responsável pela tamanha dificuldade encontrada nesta disciplina.

Em um outro trabalho acerca de estrutura de dados, os autores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) acreditam que o grande número de alunos desmotivados na aprendizagem da disciplina, se deve ao fato do aluno não conseguir visualizar a aplicação dos conceitos em situações da vida real, além da grande dificuldade na interpretação dos exercícios propostos (Freitas et al., 2014).

Para os pesquisadores da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), o grande número de reprovações nesta disciplina se deve ao fato da dificuldade de expor certos conceitos, relacionados a determinadas estruturas e, a maneira como elas são manipuladas. O índice de reprovação da disciplina na universidade em questão é de aproximadamente 50% em desde o ano de 2009. (Marca et al, 2016).

Apesar de citar diferentes motivos, todos os autores concordam que existem problemas no processo de aprendizagem de estrutura de dados, o que faz com que a situação se torne preocupante pois, os conceitos apresentados pela disciplina são importantes para formação dos alunos nos cursos de computação, por possibilitar a resolução de diversos problemas computacionais, além de ser porta de entrada para outras disciplinas do curso, o que pode comprometer o futuro acadêmico e profissional dos alunos com tais dificuldades.

Essas dificuldades, ainda podem afetar outras áreas da vida do aluno de estrutura de dados pois, uma análise quantitativa do desempenho dos alunos nas questões dissertativas referente a estrutura de dados no ENADE, realizado periodicamente, mostra um desempenho não satisfatório nas questões presentes na prova, referentes a este assunto.

Os quadros abaixo têm como objetivo mostrar a média de notas por estado em algumas das questões dissertativas presentes no ENADE de 2014, todas as questões são relacionadas a estrutura de dados e foram retiradas das provas dos cursos da área de tecnologia da informação.

Imagem 1 – Questão discursiva referente a estrutura de dados do ENADE 2014 cujo desempenho foi analisado.

QUESTÃO DISCURSIVA 4

Uma estrutura de dados do tipo pilha pode ser usada em um algoritmo que permite imprimir uma palavra de forma invertida. Exemplo: FELICIDADE deve ser impresso como EDADICILEF.

Utilizando as variáveis declaradas abaixo:

```
pilha[1..50]: caractere;
```

```
i, topo: inteiro;
```

```
palavra: string;
```

Em pseudocódigo, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Desenvolva a rotina *push* que inclui um elemento na pilha. (valor: 3,0 pontos)
- Desenvolva a rotina *pop* que retira um elemento da pilha. (valor: 3,0 pontos)
- Desenvolva a rotina que leia a palavra e, usando a pilha, a imprima de forma invertida. (valor: 4,0 pontos)

Caso necessite de mais espaço, divida as linhas em duas ou três colunas.

Fonte: prova do ENADE 2014 (Sistemas de Informação), Ministério da Educação.

Tabela 1 – Desempenho dos alunos da prova de Sistemas de Informação na questão discursiva referente a estrutura de dados.

Desempenho ENADE 2014 - Questão 3 Discursiva				
Estado	Número de participantes	Média	Nota Mais Alta	Nota Mais Baixa
AC	16	17,8125	45	0
AL	25	11,25	40	0
AM	59	13,22	50	0
AP	10	17,25	40	0
BA	133	17,85	70	0
CE	87	17,41	75	0
DF	76	12,96	55	0
ES	48	32,7	100	0
GO	88	13,75	65	0
MA	28	30,53	60	0
MG	772	19,65	90	0
MS	54	20,27	70	0
MT	38	12,36	65	0
PA	58	14,65	60	0
PB	23	22,39	60	0
PE	114	18,68	70	0
PI	51	8,52	50	0
PR	254	22,93	95	0
RJ	347	21,77	75	0
RN	26	21,53	65	0
RO	41	9,14	45	0
RR	20	10,25	40	0
RS	250	17,96	80	0
SC	339	17,53	80	0
SE	13	16,53	55	0
SP	1053	14,66	75	0
TO	35	8	45	0

Imagem 2 - Questão discursiva referente a estrutura de dados do ENADE 2014 cujo desempenho foi analisado.

QUESTÃO DISCURSIVA 5

Matrizes multidimensionais são vetores capazes de armazenarem mais de uma posição de cada elemento que será indicado por dois ou mais índices. Um exemplo de matrizes multidimensionais são as matrizes matemáticas, que representam valores tabulados em linhas e colunas.

```

01 algoritmo "matriz"
02 var
03 i, j : inteiro;
04 m1 : vetor [1..3, 1..3] de inteiro;
05 m2 : vetor [1..3, 1..3] de inteiro;
06 inicio
07 para i de 1 ate 3 faça
08     para j de 1 ate 3 faça
09         m1[i,j] := i + 1;
10         m2[i,j] := j + 1;
11     fimpara;
12 fimpara;
13 para i de 1 ate 3 faça
14     para j de 1 ate 3 faça
15         se (m1[i,j] = m2[i,j]) então
16             m1[i,j] := 0;
17         senão
18             m2[i,j] := 1;
19     fimse;
20 fimpara;
21 fimpara;
22 fimalgoritmo

```

Considerando o algoritmo acima e com base no teste de mesa, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Apresente os dados dos vetores m1 e m2 ao término da execução da linha 12. (valor: 5,0 pontos)
b) Apresente os dados dos vetores m1 e m2 ao término da execução da linha 21. (valor: 5,0 pontos)

Fonte: prova do ENADE 2014 (Sistemas de Informação), Ministério da Educação.

Tabela 2 – Desempenho dos alunos de Análise e desenvolvimento de sistemas (tecnólogo), na questão discursiva referente a estrutura de dados.

Desempenho ENADE 2014 - Questão 5 Discursiva				
Estado	Número de participantes	Média	Nota Mais Alta	Nota Mais Baixa
AC	0	0	0	0
AL	45	13,55	100	0
AM	80	33,5	100	0
AP	0	0	0	0
BA	109	27,98	100	0
CE	283	16,46	100	0
DF	272	8,73	100	0
ES	75	11,93	100	0
GO	152	18,84	100	0
MA	43	6,16	100	0
MG	375	20,46	100	0
MS	78	18,26	100	0
MT	58	14,22	100	0
PA	90	9,5	100	0
PB	63	29,04	100	0
PE	87	24,42	100	0
PI	62	17,01	100	0
PR	2263	15,6	100	0
RJ	848	24,78	100	0
RN	31	41,45	100	0
RO	25	18,8	100	0
RR	17	31,17	100	0
RS	632	27,31	100	0
SC	118	33,51	100	0
SE	9	18,88	100	0
SP	3906	25,55	100	0
TO	15	6,66	100	0

Imagem 3 - Questão discursiva referente a estrutura de dados do ENADE 2014 cujo desempenho foi analisado.

QUESTÃO DISCURSIVA 5

As técnicas de projeto de algoritmos são essenciais para que os desenvolvedores possam implementar *software* de qualidade. Essas técnicas descrevem os princípios que devem ser adotados para se projetar soluções algorítmicas para um dado problema. Entre as principais técnicas, destacam-se os projetos de algoritmos por tentativa e erro, divisão e conquista, programação dinâmica e algoritmos gulosos.

Nesse contexto, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Descreva o que caracteriza o projeto de algoritmos por divisão e conquista. (valor: 6,0 pontos)
 b) Apresente uma situação de uso da técnica de projeto de algoritmos por divisão e conquista. (valor: 4,0 pontos)

Fonte: prova do ENADE 2014 (Computação – Bacharelado), Ministério da Educação.

Tabela 3 – Desempenho dos alunos Ciência da computação (bacharelado), na questão discursiva referente a estrutura de dados.

Desempenho ENADE 2014 - Questão 5 Discursiva				
Estado	Número de participantes	Média	Nota Mais Alta	Nota Mais Baixa
AC	0	0	0	0
AL	132	21,28	90	0
AM	163	37,48	100	0
AP	0	0	0	0
BA	197	18,02	100	0
CE	251	27,68	100	0
DF	150	9,4	90	0
ES	102	30	90	0
GO	148	23,04	100	0
MA	94	14,25	80	0
MG	1009	32,6	100	0
MS	96	39,26	100	0
MT	112	19,37	80	0
PA	82	25,85	100	0
PB	158	35,12	100	0
PE	352	13,26	100	0
PI	170	23,52	100	0
PR	303	33,66	100	0
RJ	665	22	100	0
RN	129	20	100	0
RO	35	10,85	60	0
RR	30	14	80	0
RS	868	25,16	100	0
SC	476	20,02	100	0
SE	57	37,01	90	0
SP	2427	16,87	100	0
TO	70	14,71	80	0

Além das análises aqui explicitadas, uma análise para todas as questões discursivas referentes a estrutura de dados desde o ano de 2005 foi realizada. Na tabela abaixo será

possível conferir a média nacional geral, bem como o número de participantes que resolveram cada questão, o curso pertencente a esta e o assunto que a mesma aborda.

Tabela 4 – Relação de desempenho das questões discursivas do ENADE por cada edição da prova.

Ano	Curso	Assunto	Média Geral (0 – 100 pontos)	Número de participantes
2005	-	-	-	-
2008	Computação	Tabelas <i>Hashing</i>	38,2	37.466
2011	Computação	Recursividade	8,167	22.759
2011	Computação	Listas Ligadas, Árvores, Recursividade	1,87	22.759
2011	Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.	Vetores	15,612	7.427
2011	Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.	Matrizes	9,49	7.427
2014	Computação	Matrizes	9,78	8.278
2014	Computação	Divisão e conquista	21,64	8.278
2014	Computação (Licenciatura)	Matrizes	60,61	342
2014	Sistemas da Informação	Divisão e conquista	17,09	4058
2014	Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.	Pilha	4,505	7661
2014	Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.	Vetores	19,03	9736

Ao analisar o desempenho dos alunos participantes fica claro que, independentemente do motivo, existem dificuldades que precisam ser superadas para que a disciplina de estrutura

de dados deixe de ser algo fora do comum para os alunos da graduação. A partir da detecção dessas dificuldades, foi desenvolvida a base de conhecimento, resultado deste trabalho.

3. METODOLOGIA

Para levantamento dos conteúdos que são tratados pela base de conhecimento desenvolvida, foi realizada uma pesquisa nas edições anteriores do ENADE, com o intuito de localizar os conteúdos sobre estrutura de dados presentes no exame. O levantamento foi realizado através da obtenção dos exames no site oficial do Ministério da Educação, em desde a edição do ano de 2005, em todas as áreas que dizem respeito à tecnologia da informação. Como explicitado anteriormente, a disciplina de estrutura de dados se fez presente na maioria das edições do exame utilizados como referência para esta pesquisa. Vale lembrar, que diversos cursos superiores na área de tecnologia da informação foram surgindo durante os anos e cada um desses cursos ganhou seu próprio ENADE para que o exame fosse capaz de detectar as eficiências e deficiências de maneira mais objetiva para cada curso pois, cada um deles possui um enfoque diferente.

Tabela 5 –frequência dos conteúdos curriculares que envolvem estruturas de dados e algoritmos nas provas de computação do ENADE.

	Questões específicas	Questões sobre os conteúdos curriculares (CC)	Porcentagem	Questões discursivas
2005	45	8	17,7%	1
2008	10	2	20%	1
2011	40	6	15%	2
2014	30	6	20%	2

Após o estudo de cada exame e obtenção das questões a serem utilizadas como referência para desenvolvimento do material teórico, foi realizada uma análise de cada questão obtida, afim de determinar qual o assunto tratado por esta e qual o enfoque da questão, para decidir qual a relação do assunto da questão em análise com a disciplina de estrutura de dados e, catalogar este assunto como um tópico da base de conhecimento em desenvolvimento. Ao fim desta análise, todos os conteúdos que são tratados pela base de conhecimento foram catalogados e organizados de acordo com o tópico das questões analisadas.

Também foi realizado um levantamento bibliográfico dos assuntos catalogados para produção dos textos que compõem a base de conhecimento. Algumas bibliografias como o material de ensino da *Caelum*, o livro *Algorithms* de R. Sedgewick e K. Wayne e o curso de estrutura de dados do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da Universidade de São

Paulo (USP), disponível no site da instituição, foram de grande auxílio para produção dos textos referentes aos assuntos a serem tratados pela base de conhecimento.

Antes da produção dos textos ser iniciada, um modelo padrão para todo o conteúdo a ser escrito foi estabelecido, afim de contemplar o máximo possível de conceitos sobre o conteúdo em questão, bem como oferecer, além do conteúdo teórico, ferramentas que contribuem para um maior entendimento do assunto. O modelo estabelecido para cada conteúdo pode ser conferido abaixo:

- **Introdução:** Nesta seção, os conceitos introdutórios à estrutura são apresentados, bem como algumas alusões ao mundo real para facilitar a relação entre a estrutura e algo mais próximo a realidade do leitor.
- **Explicação de conceitos:** Nesta seção, alguns detalhes importantes são apresentados como por exemplo, política de inserção da estrutura (se houver), métodos principais e principais usos.
- **Ilustrações:** Aqui, ilustrações são colocadas para transformar a ideia transmitida pelos conceitos apresentados em algo visual.
- **Links de Apoio:** Esta seção apresenta diversos links com conteúdo multimídia como simuladores, vídeos e bibliografia complementares, que representam os conceitos previamente apresentados de uma maneira diferente e possui o objetivo de enriquecer todo conteúdo da base de conhecimento.
- **Códigos fonte:** Sugestão de implementação da estrutura em uma linguagem de programação especificada na descrição do código juntamente com a implementação dos principais métodos tratados na seção de explicação de conceitos.
- **Questões:** Nesta seção, as questões do ENADE referentes ao assunto tratado são disponibilizadas para que o utilizador possua mais uma ferramenta para estudo e teste dos conhecimentos adquiridos.

A produção dos textos que compõem a base de conhecimento foi altamente orientada pelos materiais encontrados nas bibliografias acima citadas. Apesar de envolver os conceitos importantes apresentados por estes materiais, a escolha da linguagem a ser utilizada para produção dos textos foi feita de maneira a se assemelhar com a linguagem utilizada no cotidiano dos alunos, com expressões fora da norma formal da língua portuguesa, para facilitar o entendimento.

A opção por incluir diversos recursos multimídia no material produzido tem a intenção de utilizar tecnologias já existentes para o processo de aprendizagem do utilizador pois, a

tecnologia permite uma nova linguagem para enfrentar a dinâmica dos processos de ensinar e aprender, contemplando com maior ênfase, a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado, exercitando a criatividade e a criticidade. (Sousa et al, 2011) e pode ser de grande auxílio para solidificar os conceitos apresentados pelo material teórico.

As questões disponibilizadas no material, também servem como uma ferramenta de estudo, e foram retiradas das provas anteriores do ENADE. Além de questões de múltipla escolha, alguns assuntos também possuem questões dissertativas, que permite que a exploração dos conteúdos apresentados seja feita de uma maneira mais abrangente possibilitando assim, o desenvolvimento de novas ideias e métodos para resolução dos problemas apresentados e intensificando ainda mais a solidificação dos conhecimentos obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o desenvolvimento de toda a pesquisa, a produção da base de conhecimento foi finalizada. As estruturas de dados a serem tratadas pelo material, após toda a análise das provas do ENADE são:

Tabela 6: Assuntos que compõem a base de conhecimento produzida e suas respectivas importâncias.

Assunto	Importância
Recursividade	Importante conceito para resolução de diversos problemas e entendimento de diversos conceitos relacionados à disciplina, presente no ENADE de 2005, 2008,2011.
Pilhas	Estrutura básica, porém, com diversos usos, apresentada durante o curso de graduação e presente no ENADE de 2011 e 2014.
Filas	Uma das estruturas mais utilizadas apesar da baixa complexidade, apresentada durante o curso de graduação e presente no ENADE de 2011 e 2014.
Vetores	A mais simples das estruturas de dados, porém muito utilizada para diversas aplicações, presente no ENADE de 2008 e 2014.
Matrizes	Uma evolução da estrutura vetor, utilizada para diversos fins, presentes no ENADE de 2011.

Tabelas <i>Hashing</i>	Estrutura importante, com diversas utilizações e presente no ENADE de 2008.
Árvores	Uma das estruturas mais complexas, possui diversos tipos e é utilizada para diversos fins, presentes no ENADE de 2005, 2008,2011.

Além de estar presente em diversas provas do ENADE, os conteúdos supracitados também fazem parte dos currículos de referência da sociedade brasileira de computação, por serem conceitos que permitem a evolução do raciocínio lógico do aluno, auxiliam no desenvolvimento de habilidades na área de programação, tornando-os ainda mais eficientes na hora da elaboração de uma solução para problemas apresentados a este durante sua vida acadêmica e profissional e criam um senso crítico para o aluno pois o ajudam a conhecer os limites da computação.

Nos textos abaixo será possível conferir dois dos materiais produzidos para a base de conhecimento tratada neste trabalho. Os materiais pertencentes a estruturas pilha apresentam os conceitos, um simulador para compreensão da política de inserção da estrutura e uma sugestão de código fonte na linguagem Java, e o material pertencente à estrutura árvore explica os conceitos básicos da estrutura e apresenta alguns tipos derivados da mesma, bem como um simulador para entender melhor o funcionamento de uma árvore binária de busca.

Imagem 5 – Captura de tela do material presente na base de conhecimento referente à estrutura de dados pilha.

Pilhas

Uma pilha é uma estrutura de dados bastante simples, porém muito utilizada. Pilhas são baseadas na política LIFO (*last in first out*) o que significa que o último a entrar será o primeiro a sair. Imaginar o funcionamento de uma pilha é bastante simples. Imagine que todos os dias você receba cartas e que só as leia no sábado à tarde. Ao recolher as cartas da caixa do correio você as coloca em uma pilha. Todos os dias as novas cartas são colocadas sob as cartas que já estavam na pilha de modo que quando a leitura for iniciada as cartas recebidas no dia anterior serão lidas primeiro e as recebidas no começo da semana serão as últimas a serem lidas.

Simulador

<https://scratch.mit.edu/projects/38008664/>

Sugestão de implementação (Java)

```
public class Pilha {
    private List<Integer> numeros = new LinkedList<Integer>();
}
```

Operações com pilhas

As operações que podem ser realizadas com pilhas são básicas e servem para manipular os dados presentes na mesma.

Push

A operação *push* é equivalente a inserção de um novo elemento no topo da pilha.

```
public void insere(Integer numero) {
    this.numeros.add(numero);
}
```

Pop

A operação *pop* é equivalente a remoção do elemento no topo da pilha.

```
public Integer remove() {
    return this.numeros.remove(this.numeros.size() - 1);
}
```

isEmpty

A operação *isEmpty* verifica se a pilha está vazia, ou seja, não possui nenhum elemento.

@Override

```
public boolean isEmpty() {
    return this.numeros.size() == 0;
}
```

Peek

Retorna o elemento que está no topo da pilha.

```
public Integer peek() {
    return this.numeros.get(this.numeros.size() - 1);
}
```

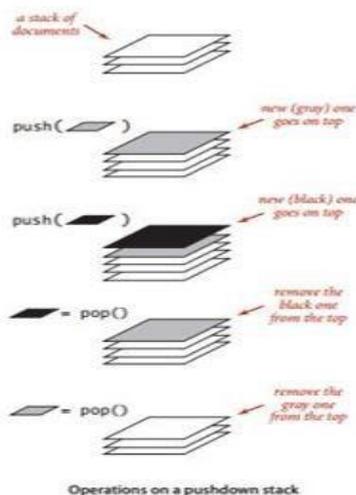
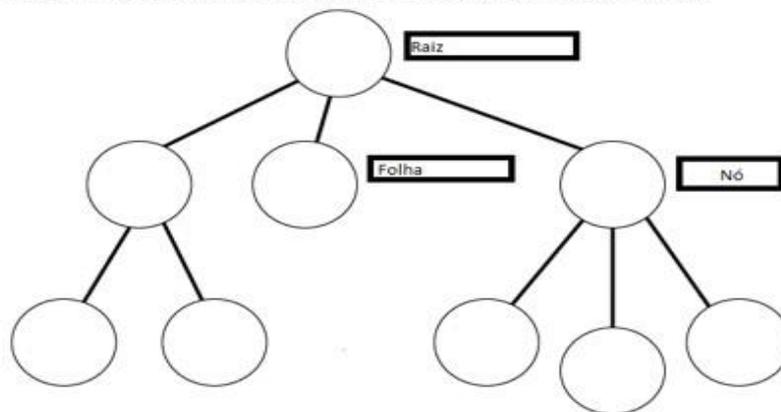


Imagem 6 – Captura de tela do material presente na base de conhecimento referente à estrutura de dados árvore.

A árvore é uma estrutura de dados com diversas utilizações e é uma das mais complexas existentes pois possui vários tipos. A estrutura árvore se assemelha muito com uma árvore real, possui nós, folhas e a raiz. A raiz é o nó principal de uma árvore, "o pai de todos", por sua vez, os nós são "folhas" com filhos, ou seja, se atrelado a um nó no nível n existe um ou mais nós, estes deverão estar no nível $n+1$ e serão considerados "filhos" do nó n que os originou. Folhas, são os elementos da árvore que não possuem "filhos".

Existem alguns conceitos importantes atreladas à estrutura de dados árvore, dois deles são os conceitos de altura e profundidade.

Todo nó possui uma altura e esta é o número de passos do caminho mais longo que leva do nó selecionado até uma folha. Uma árvore com somente um nó possui altura 0. Já a profundidade é a distância de um nó é o comprimento do único caminho da raiz até o nó selecionado. A profundidade da raiz de uma árvore é 0 já de seus filhos (esquerdo ou direito) é 1 e assim por diante.



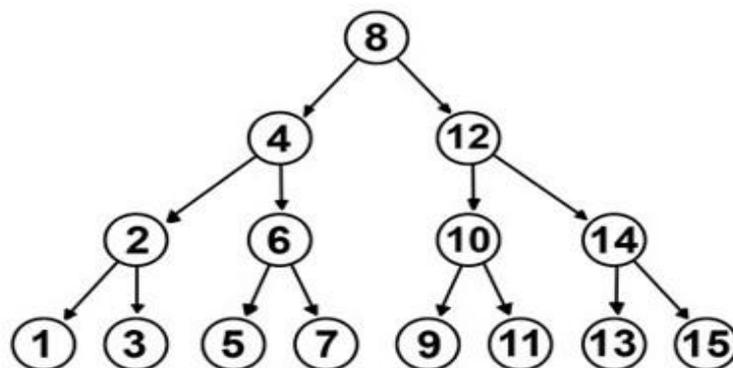
Tipos de árvore

Árvore Binária

Árvores binárias são árvores cujo cada nó possui no máximo dois filhos, um direito e um esquerdo.

Dentro da categoria de árvore binárias também existem as árvores binárias de busca.

Árvores binárias de busca são árvores binárias que possuem uma política de inserção. Na árvore binária de busca os registros são inseridos da seguinte forma: o valor do registro a ser inserido é comparado primeiro com o valor da raiz. Se o valor do registro a ser inserido for maior do que a raiz, ele é inserido à direita na árvore, se o valor a ser inserido for menor do que a raiz, ele é inserido à esquerda na árvore. Esse processo é repetido com os nós da árvore até que seja possível inserir o novo registro, ou seja, quando um nó com um só filho é encontrado.



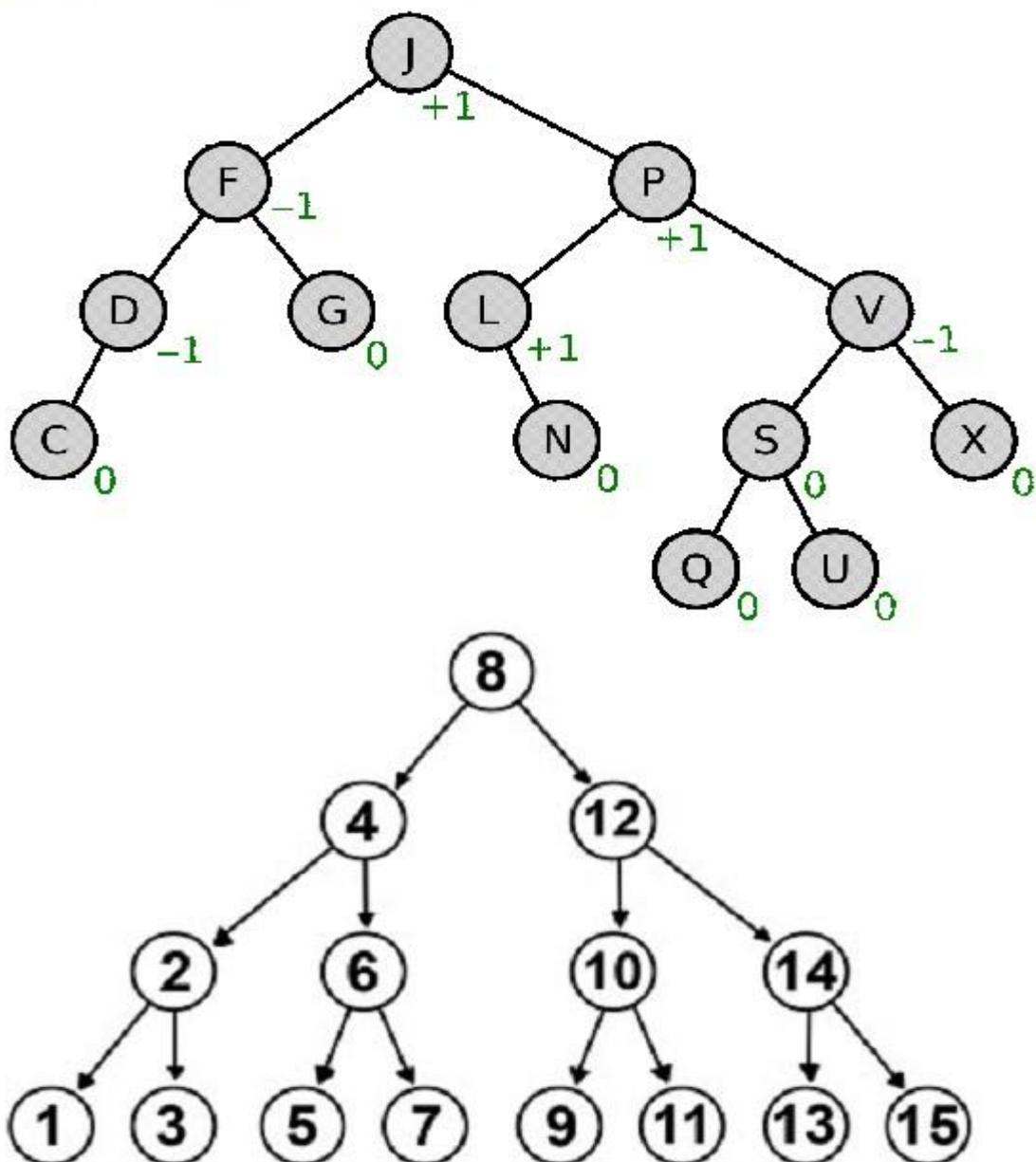
Aqui está um simulador interessante para visualização de uma árvore binária de busca.

<https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/BST.html>

Imagem 7 – Continuação da captura de tela do material presente na base de conhecimento referente à estrutura de dados árvore.

Árvores AVL

As operações de inserção e remoção, numa árvore binária de busca, tendem a desbalancear a altura das subárvores. Uma árvore AVL (Adelson Velsky e Landis) é uma árvore no qual as alturas da subárvores esquerda e direita de cada nó diferem no máximo por uma unidade. Para isso, as operações de inserção e remoção são controladas por fatores de balanceamentos, sendo necessário um novo balanceamento da árvore a cada operação de inserção/remoção realizada.



Aqui está um simulador interessante para visualização de uma árvore AVL.

<https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/AVLtree.html>

Em relação ao resultado das questões dissertativas analisadas, o pior desempenho foi detectado na prova de 2011 onde a média nacional dos 22.759 alunos que resolveram a questão foi de 1,87 de 100 pontos possíveis. A questão que envolvia conceitos relacionados a recursividade, árvores binárias, vetores e listas comprova ainda mais a necessidade do conhecimento sobre estrutura de dados e como os conceitos se interligam para resolver um problema.

Os materiais aqui disponibilizados são apenas para fornecer uma noção do tipo de conteúdo presente na base de conhecimento. Com os recursos disponibilizados dentro do material, espera-se fortemente que ele sirva de apoio para os alunos que cursam essa disciplina.¹

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo produzido, possui como finalidade apresentar os problemas envolvidos no processo de aprendizagem da disciplina de estrutura de dados, bem como apresentar os propósitos da base de conhecimento resultado desta pesquisa. A metodologia utilizada para produção dos resultados da pesquisa não foi testada pelo corpo discente da disciplina de estrutura de dados, porém, por apresentar-se diferente em diversos pontos como por exemplo na linguagem de apresentação do material, acredita-se fortemente que o uso dos materiais disponibilizados pela base de conhecimento auxiliará no desenvolvimento dos alunos durante o curso de estrutura de dados e fará com que alguns dos problemas apresentados por este artigo seja resolvido.

O crescente uso da tecnologia tende a se tornar um forte aliado para amenizar ainda mais o problema tratado por este artigo. A maneira como a disciplina de estrutura de dados é ministrada também precisa mudar, o processo de aprendizagem precisa se tornar mais dinâmico e com uso de ferramentas que auxiliem o aluno a abstrair o conteúdo da disciplina para assim relacioná-lo com conceitos concretos fomentados por experiências ou disciplinas anteriores.

6. REFERÊNCIAS

CAELLUM ENSINO E INOVAÇÃO. Apostila Algoritmos e Estrutura de Dados com Java. Disponível em: <<https://www.caelum.com.br/apostila-java-estrutura-dados/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

¹ Um aplicativo, que abriga todo o material produzido neste trabalho, está sendo desenvolvido pelo aluno Lucas Rezende Tedeschi, também ativamente participante deste projeto. O próximo passo dessa pesquisa, será disponibilizar o aplicativo na *Play Store* visto que este foi desenvolvido em Java e só pode ser utilizado na plataforma Android.

FREITAS M.; MOTA S.; SOARES, L.; REIS, R., PORTEC: uma ferramenta para auxiliar na abstração dos conceitos de Estrutura de Dados. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 3., 2014, Dourados, Anais... XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2014, p. 872-881.

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IME-USP). Apostila para o curso de estrutura de dados. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~pf/estrutura-de-dados/resources.html>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

MARCA, A., SILVA, V., BORBA, W., 2016, Uma Ferramenta para Apoio ao Ensino de Estrutura de Dados utilizando Interação Natural. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 5., 2016, Uberlândia, Anais... Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016, p. 627-636.

MOTA, M.; PEREIRA, L.; FAVERO, E., Javatool: Uma Ferramenta Para Ensino De Programação. In: Workshop sobre Educação, 2008, Belém, Anais... XXVIII Congresso da SBC, 2008, p. 127-136.

OLIVEIRA L.; SOUZA I.; FRONER D.; FILHO A. Desenvolvimento de um aplicativo móvel educacional voltado ao ensino de Estrutura de dados. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 5., 2016, Uberlândia, Anais... XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2016, p. 559- 565.

SEDGEWICK, R.; WAYNE, K. (2011). Algorithms, 4ª edição. Princeton: Addison-Wesley, 2011. 992 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, Currículo de referência para cursos de computação. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/category/131curriculos-de-referencia>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

SOUSA, D.; CARVALHO D.; MARQUES, E., O uso de recursos tecnológicos em sala de aula: relato envolvendo experiências do PIBID do curso de pedagogia da UFPI. *Campina Grande*, Parnaíba, p. 1, 2012.

TAMASSIA, R. Data Structures. *ACM Computing Surveys*. Brown, v 28, n 1, p. 23-26, 1996.

Contatos: 41404998@mackenzista.com.br e solbarros@mackenzie.br