

# UM ESTUDO SOBRE A ADOÇÃO DE SOFTWARES PARA SIMPLIFICAÇÃO DE EXPRESSÕES BOOLEANAS, COMO OBJETOS DE APRENDIZAGEM, EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**Liliane Becker** – lilianebb@gmail.com

**Marina da Silva Gomes** – gomes.marina93@gmail.com

**Patrícia Padula Lopes** – patricia\_lopespadula@hotmail.com

**Sandro da Silva Camargo** – sandro.camargo@unipampa.edu.br

**Érico Marcelo Hoff do Amaral** – ericohoffamaral@gmail.com

Universidade Federal do Pampa

Travessa 45, nº1650, Bairro Malafaia

96400-000 – Bagé – RS

***Resumo:** Este artigo objetiva apresentar uma pesquisa sobre a avaliação de um conjunto de ferramentas para simplificação de circuitos lógicos combinacionais, a fim de elencar quais softwares tem potencial para serem adotados como objetos de aprendizagem na disciplina de técnicas digitais, em um curso superior de Engenharia de Computação. Este estudo adotou diferentes critérios de avaliação como: métodos de simplificação, facilidade de uso, layout da aplicação. Dentre os resultados alcançados destacou-se a viabilidade na utilização de algumas ferramentas no auxílio didático do ensino sobre simplificação de expressões booleanas, tanto em aulas presenciais, praticas em laboratório, quanto para atividades de ensino à distância. Também foi utilizado um questionário, semi-estruturado, respondido por alunos do 5º período do curso em questão, o qual permitiu concluir que as ferramentas avaliadas, além de estimularem o interesse e a curiosidade dos estudantes, contribuíram de forma positiva para a construção do conhecimento sobre álgebra booleana e circuitos.*

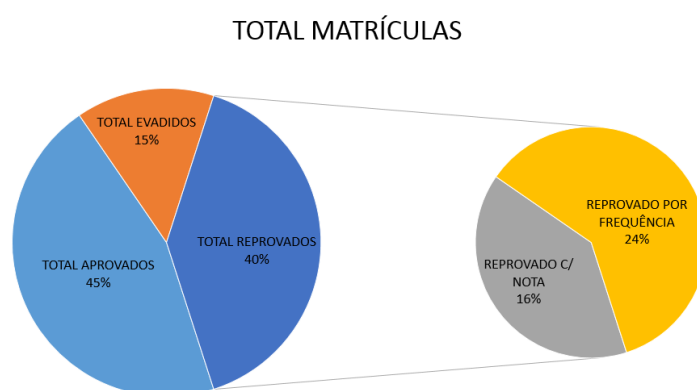
***Palavras-Chave** – Técnicas Digitais, Simplificação de Circuitos, Álgebra Booleana*

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento de técnicas digitais/circuitos digitais é considerado de alta relevância em diferentes cursos da área de eletrônica e engenharias, sendo assim, conhecer os princípios, conceitos e as operações fundamentais que são comuns neste contexto é muito importante, principalmente quando se trata da análise e manutenção de componentes baseados em circuitos digitais. Todos estes assuntos são conteúdos programáticos de disciplinas que envolvam técnicas digitais. Um dos tópicos de estudo na disciplina são os circuitos combinacionais e uma das preocupações em seu projeto é a sua simplificação, que visa minimizar a quantidade de portas lógicas, o consumo de energia, bem como a probabilidade de falha em seus componentes. Dois métodos são comumente reconhecidos para simplificação de circuitos lógicos: a álgebra de Boole e a técnica de mapeamento (Mapa de Karnaugh), esses métodos são capazes de simplificar um circuito, resultando em um circuito mais simples capaz de realizar a mesma lógica (FLOYD, 2007).

Observando-se esta preocupação em se obter um nível adequado de otimização de projetos de circuitos lógicos, o que é esperado que profissionais das áreas tecnológicas que já estão no mercado e os que estão em formação tenham pleno conhecimento, e considerando-se o alto índice de evasão e reprovação nas disciplinas introdutórias desta área nos cursos de engenharia e ciências da computação da instituição, conforme o “Gráfico 1”, e conseqüentemente o insucesso nas disciplinas seguintes que tem essas como pré-requisito, realizou-se uma pesquisa em busca de soluções baseadas em software para apoio ao processo de aprendizagem, tanto para auxílio didático ao professor quanto ao aluno, servindo como auxílio no entendimento da otimização de expressões com mapa de Karnaugh e métodos algébricos Booleanos.

Gráfico 1 - Totais de evasão e reprovação entre os anos 2010-2013 nas disciplinas de Circuitos Digitais e Técnicas Digitais.



Neste artigo serão inicialmente apresentados de forma sucinta, os fundamentos da área de síntese lógica para melhor compreensão das funcionalidades e benefícios dos softwares apresentados. A seguir, na Seção 3, são descritos os métodos e ações realizadas na escolha e análise dos softwares escolhidos. Na seção 4, são apresentados os testes realizados e na seção 5 são apresentadas as análises e discussões dos testes realizados. Por fim, na seção 6, as conclusões do trabalho são apresentadas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem por objetivo apresentar um extrato de contribuições teóricas que serão utilizadas para a estruturação deste estudo, sendo abordados assuntos selecionados de acordo com o eixo que rege a pesquisa.

### 2.1 . Introdução a Técnicas Digitais

O ensino de Técnicas Digitais é um incremento consolidado e preciso da aplicação da Eletrônica não só na engenharia como no meio industrial, no ensino, na agricultura, nas telecomunicações entre outros setores. A disciplina introduz o aluno a este ramo da Eletrônica através do estudo de seus Elementos Básicos e da Álgebra de Boole. Inicialmente para melhor compreensão das funcionalidades e benefícios dos softwares serão apresentados os conceitos e fundamentos da área de síntese lógica.

Circuitos combinacionais são aqueles em que a saída depende única e exclusivamente das combinações entre as variáveis de entrada (VAHID, 2008), portanto não possuem característica de memória. Esses circuitos podem ser projetados através de técnicas simples.

Expressões Booleanas são estruturas lógicas que podem assumir valores verdadeiro ou falso. Segundo Floyd (2007, p.28) em 1850 o matemático e logicista irlandês Georg Boole desenvolveu um sistema matemático para formulação de declarações lógicas com símbolos de forma que pudessem ser resolvidos de uma forma similar à álgebra comum. Dada em expressão Booleana, é possível implementar o circuito lógico o qual ela representa. Um circuito lógico é composto de um arranjo combinatório de portas lógicas, as quais estão relacionadas às operações lógicas que são realizadas pela expressão sobre as variáveis de entrada.

## **2.2 . Métodos de Simplificação**

Devido à preocupação de simplificação no projeto de circuitos lógicos, que visa minimizar a quantidade de portas lógicas do circuito, o consumo de energia, bem como a probabilidade de falha em seus componentes. Dois métodos são comumente reconhecidos para simplificação de expressões Booleanas: a álgebra de Boole e a técnica de mapeamento (Mapa de Karnaugh).

Para Tocci (2003), a álgebra de Boole é uma ferramenta matemática usada na análise e no projeto de circuitos digitais. Através de seus postulados, propriedades, teoremas fundamentais e identidades é possível simplificar expressões lógicas e conseqüentemente circuitos, ao todo são 19 teoremas incluindo De Morgan. Na álgebra de Boole estão todos os fundamentos da Eletrônica Digital.

Qualquer circuito lógico, independente da complexidade, pode ser completamente descrito usando operações booleanas previamente definidas pois as portas AND, OR, e NOT são blocos básicos para construção de sistemas digitais (TOCCI, 2003). Um mapa de Karnaugh provê um método sistemático para simplificação destas expressões e, se usado adequadamente, produz a expressão mais simples possível. A efetividade da simplificação pela álgebra de Boole depende da familiaridade com todas as leis, regras e teoremas e da habilidade em aplicá-las. Por outro lado, o mapa de Karnaugh provê um método tipo “livro de receitas” para simplificação.

Outro método, que está além do escopo deste trabalho, denominado de método Quine – McClusky ou chamado algumas vezes de Método Tabular que pode ser utilizado para um número grande de variáveis de entrada (VAHID, 2008).

Segundo Floyd (2007), a partir da álgebra Booleana e mapa de Karnaugh é possível obter uma expressão Booleana em qualquer uma das formas padrão: soma-de-produtos e produto-de-somas. A forma de soma-de-produtos (SOP) que consiste em dois ou mais termos AND (produtos) que por sua vez são conectados a uma porta OR. O produto-de-somas caracteriza-se por dois ou mais termos OR (somas) que por sua vez são conectados às entradas de uma porta AND. A padronização faz a avaliação, simplificação e implementação de expressões Booleanas de forma mais sistemática e simples.

## **2.3 . Tecnologias de Informação aplicadas ao Ensino de Técnicas Digitais**

Pinho (2007) relata que as utilizações de TICs podem colaborar com o professor na criação de situações de aprendizagem estimulantes favorecendo, também, a diversificação das possibilidades de aprendizagem. As tecnologias ampliam a possibilidade de interação entre professores, alunos, objetos e informação para além do curto espaço da presença física do professor e alunos na mesma sala de aula.

Tiellet, C.A. *et. al.* 2007 considera que visando uma aprendizagem significativa foram criadas atividades digitais para o desenvolvimento do raciocínio matemático, que possibilita a construção do conhecimento e não apenas a memorização e reprodução de técnicas de forma a estimular a capacidade de associação de ideias, desenvolver a agilidade do cálculo mental, melhorar o raciocínio abstrato, aprender a observar e perceber imagens, favorecer uma visão global, melhorar a capacidade de concentração e facilitar a capacidade de associação de conceitos.

As ferramentas de simplificação podem ser consideradas no sistema de classificação de Objetos de Aprendizagem, segundo Filho *et.al.* (2013) a utilização de material potencialmente significativo é apenas uma das condições para o aprendizado significativo. Em outras palavras, a medida direta da eficácia é um processo complexo, que envolve um grupo de alunos representativo do público alvo e a avaliação do aprendizado a partir do uso OA.

#### **2.4 . Trabalhos Correlatos**

No desenvolvimento desta pesquisa foram estudados trabalhos relacionados com a busca de ferramentas de software para auxílio a simplificação de circuitos lógicos e para aprendizagem em disciplinas específicas. Sena *et. al.* 2008 apresenta a ferramenta EasyKarnaugh 3.0 que foi desenvolvida com intuito de ser utilizada em salas de aula como uma ferramenta de auxílio aos professores no ensino de Mapa de Karnaugh (MapaK) e proporcionar aos alunos a possibilidade de estudarem o conceito de MapaK simultaneamente no próprio software, um dos métodos utilizados na simplificação de circuitos lógicos.

Klock *et.al.*(2010), desenvolveram um ambiente computacional chamado Karma para simplificação e análise de funções lógicas capaz de auxiliar no ensino e formação de estudantes em disciplinas que contemplem o estudo dos fundamentos de construção, otimização e análise de funções Booleanas. A ferramenta Karma vem sendo constantemente atualizada e utilizada em cursos de graduação há alguns anos, está em sua versão 3.62 de março de 2012, e atualmente se encontra como a mais abrangente ferramenta deste tipo no mercado.

### **3. METODOLOGIA**

Atento aos requisitos para o entendimento de um bom projeto de circuitos combinacionais, esta pesquisa buscou adotar a experimentação, como método para elencar ferramentas de software para simplificação de circuitos, com o intuito de tornar este processo menos dispendioso, mais simples e atraente ao aluno, desta forma contribuir para a construção do conhecimento sobre este tema.

A “Figura 1” apresenta as fases desta pesquisa. A primeira etapa do estudo esteve focada em uma revisão teórica sobre técnicas digitais, desenvolvimento de circuitos/expressões lógicas e avaliação dos métodos utilizados para a simplificação de tais elementos. Em relação as técnicas de simplificação, dois métodos são comumente reconhecidos: a álgebra de Boole e a técnica de mapeamento (Mapa de Karnaugh), ambos métodos possibilitam a obtenção de circuitos mais simples porém capazes de realizar a mesma lógica. Com o reconhecimento destes métodos partiu-se para pesquisa sobre ferramentas de software, de uso gratuito e disponíveis na internet, para auxílio na simplificação de circuitos combinacionais. Foram elencadas seis ferramentas que passaram por uma primeira bateria de testes que envolveram a visualização dos resultados da simplificação, facilidade de uso, entre outros. Três softwares se destacaram nesta fase:

Karnaugh Minimizer 2.0 (KM2), Truth Table Solver 1.2 Beta (TTS) e Karma 3.62 (Ka3). As características específicas de cada ferramenta serão apresentadas na seção 4.

A próxima fase da pesquisa vislumbrou definir aspectos importantes com relação às avaliações e comparações destes softwares, como: interface, manual de ajuda ao usuário, idiomas disponíveis, visualização da simplificação (dos resultados), quantidade máxima de variáveis de entrada para simplificação, última atualização, local onde está disponível entre outras. Para testar as ferramentas de modo igual, foi selecionada uma expressão Booleana teste e aplicada em cada um dos softwares para coletar dados mensuráveis para o resultado.

Figura 1 - Infográfico das Etapas da Pesquisa



A etapa cinco, contempla a coleta de informações avaliativas sobre a utilização das ferramentas no contexto educativo, pelo universo dos alunos do ensino superior do curso de Engenharia de Computação. A etapa seis compreende os resultados e discussões, e finalizando com a sétima etapa com base na avaliação dos resultados construir a conclusão do trabalho.

#### 4. IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção, serão apresentadas as funcionalidades de cada software, bem como os testes que foram realizados de acordo com critérios/aspectos já citados na seção anterior.

A “Figura 2” representa a expressão Booleana utilizada para teste em todas as ferramentas.

Figura 2 – Expressão Booleana Base

$$S = A'.B'.C'.D' + A'.B.C'.D' + A.B.C'.D' + A.B'.C'.D' + A.B'.C'.D + A.B'.C.D + A.B'.C.D' + A.B.C.D' + A'.B'.C.D' + A'.B.C.D'$$

A sua simplificação manual feita com o método de mapa de Karnaugh esta expressa na “Figura 03”, e pelo método da álgebra Booleana na “Figura 04”.

Figura 3 - Expressão Simplificada com Mapa de Karnaugh

$$D' + A.B'$$

Figura 4 – Expressão simplificada com os métodos de Álgebra Booleana.

$$D'.(B + A') + A.B'$$

#### 4.1. Karnaugh Minimizer 2.0

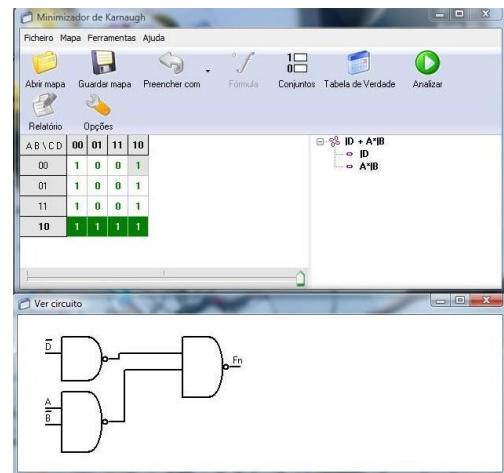
O software KM2, foi produzido por ShurikSoft de 2002 a 2008 e está disponível na sua versão TRIAL, sendo que com esta versão são possíveis somente 4 variáveis de entrada.

A ShurikSoft é uma empresa de desenvolvimento de software de propriedade privada. Fundada em 2002, é especializada na produção de aplicativos do Windows e aplicativos de utilidade para empresas e indivíduos. O KM2 utiliza o método de mapa de Karnaugh para simplificação de expressões Booleana e apresenta 22 idiomas possíveis para sua utilização, incluindo o português, porém seu manual de ajuda ao usuário é encontrado somente em inglês. Disponibiliza também o uso de *don't care*, o que é importante devido alguns circuitos lógicos poderem ser projetados de forma que existam certas condições de entrada para as quais não existem níveis de saída especificada – normalmente essas condições nunca ocorrerão. Como, não há uma saída específica para as condições *don't care*, o projetista está livre para fazer a saída ser 0 ou 1 de forma a se obter a expressão mais simples.

Um dos pontos positivos do software é a geração de um arquivo, em português, do passo-a-passo da simplificação, bem como o desenho do circuito simplificado nos padrões USA ou Europa, com portas NAND ou portas AND/OR.

O aplicativo apresenta também a possibilidade de otimização da saída simplificada, podendo deixá-la com uma porta XOR (@) ou XNOR (|@). A “Figura 5” apresenta a simplificação da expressão Booleana teste em uma das formas padrão possíveis: soma-de-produtos (SOP) e também seu circuito resultante nos padrões USA com portas NAND.

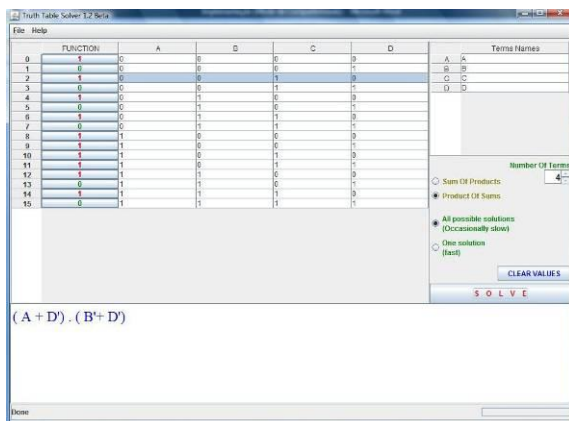
Figura 5 - Expressão teste simplificada na forma padrão SOP com seu respectivo circuito.



#### 4.2. Truth Table Solver 1.2 Beta

A interface do software TTS é de fácil compreensão, podendo ser considerada simples e objetiva, apesar de o idioma disponível ser somente em inglês. O método utilizado para simplificação é o mapa de Karnaugh, o qual contempla 16 variáveis de entrada, porém não apresenta o mapa em si, mas sim a tabela verdade para ser preenchida, contém também o manual de ajuda ao usuário com exemplos de aplicação, porém somente em inglês.

Figura 6 - Expressão teste simplificada, na forma padrão POS.



Disponibiliza o uso de *don't care*, a possibilidade de visualização de uma ou mais simplificações possíveis (se existirem) e também as duas formas possíveis de obtenção da simplificação da expressão Booleana as formas padrão SOP ou POS.

A “Figura 6” apresenta o resultado da simplificação da expressão Booleana teste na forma padrão produto-de-somas (POS).

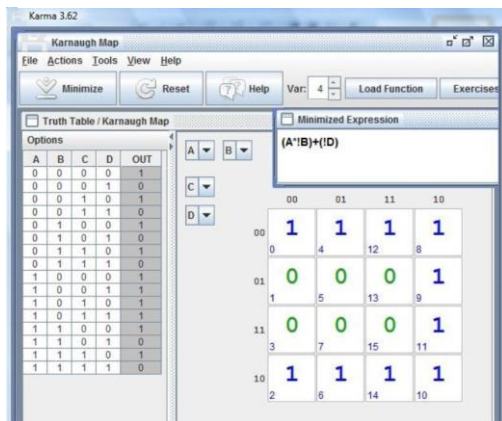
### 4.3. Karma 3.62 (KARnaugh MAs)

O Ka3 desenvolvido pelo projeto LogiCS (Developed at Logic Circuit Synthesis Labs) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em linguagem de programação Java, encontra-se disponível versão para desktop e applet para internet, sua ultima atualização é de 2012.

A interface do software é bem detalhada e apresenta menus que podem ser utilizados com a expressão simplificada que foi gerada através do método de mapa de Karnaugh ou qualquer outra expressão.

O idioma tanto do manual de ajuda ao usuário quanto da interface do software são somente em inglês, possibilita o uso de *don't care* e a quantidade de entradas possíveis para simplificação são 8.

Figura 7 - Expressão teste simplificada, na forma padrão POS.



A saída simplificada da expressão Booleana é somente na forma SOP, porém a mesma pode ser convertida para a forma padrão POS no menu SOP & POS.

A “Figura 7” apresentada a simplificação da expressão teste na forma padrão soma-de-produtos (POS).

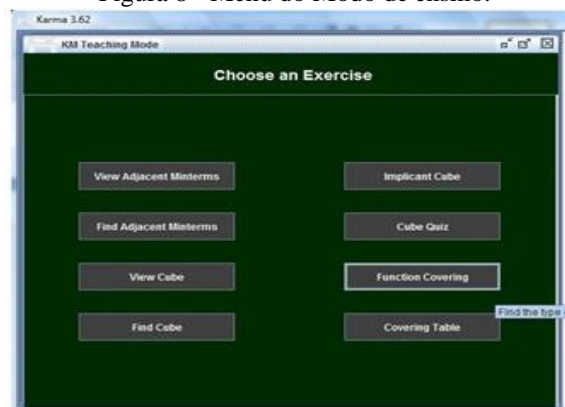
O aplicativo Karma conta ainda com o menu KM Teaching Mode (Modo Ensino), conforme é mostrado na “Figura 8”, que serve de auxílio tanto para professores, quanto para alunos no entendimento e treinamento de simplificação de expressões Booleanas pelo método de mapa de Karnaugh.

Alguns dos resultados parciais alcançados apontaram para pequenas diferenças entre as aplicações no que tange as opções disponibilizadas

aos usuários. Um dos pontos em que a maioria dos softwares deixou a desejar foi no quesito dos idiomas oferecidos na aplicação, tanto na interface com o usuário quanto no manual de instruções, o que pode ser considerado um limitante para alguns usuários iniciantes.

Algumas das diferenças notórias nos softwares são: o número de variáveis possíveis para simplificação e a disponibilização da maioria dos softwares elencados serem somente versões para teste. Resultados mais detalhados serão apresentados na seção 5.

Figura 8 - Menu do Modo de ensino.



Um instrumento de pesquisa referente a avaliação das ferramentas propostas, foi submetido a um universo de 10 alunos com a faixa etária média de 22 anos, discentes do 5º semestre do curso de Engenharia de Computação que possuíam conhecimento prévio sobre técnicas digitais e simplificação de expressões Booleanas, que durou cerca dois períodos com duração de 50 minutos cada. Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar todo o conteúdo de seu trabalho. Se material com direitos autorais foi usado na preparação do mesmo, pode ser necessário obter a devida autorização do detentor dos direitos para a publicação do material em questão.

O experimento transcorreu da seguinte maneira: em um primeiro momento foi imposta aos alunos a expressão teste a ser utilizada, que tratava-se da mesma expressão trabalhada pelos pesquisadores, para que efetuassem a simplificação manual da expressão com o método que sentissem-se mais a vontade. Após a simplificação manual utilizaram as ferramentas elencadas pelos pesquisadores, com a ajuda dos mesmos, para a simplificação da expressão teste e após responderam a um questionário com cerca de 24 questões referentes as ferramentas utilizadas.

Com esta pesquisa pode se concluir que é possível utilizar-se ferramentas de software para auxílio didático, tanto para práticas em laboratório quanto para o ensino à distância, além de favorecer o interesse e a curiosidade e contribuir positivamente na aprendizagem e evolução do conhecimento.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção é apresentado um resumo das observações, dos pesquisadores, em relação aos resultados alcançados. É adotado um ponto de vista crítico em relação as aplicações para simplificação, assim como sobre as respostas dos alunos.

### 5.1. Observações dos pesquisadores

Após a implementação e métodos utilizados para os teste e análise das ferramentas de softwares permitiu-se um parecer sobre as funcionalidades disponíveis em cada software, assim como a identificação do nível de usabilidade destes recursos em ambientes de ensino e aprendizagem.

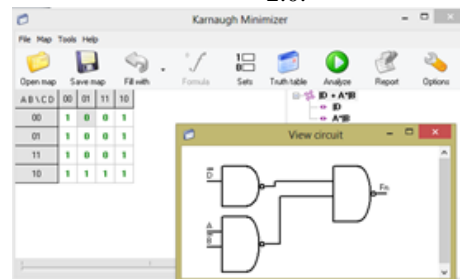
O Ka3, é um bom software devido apresentar muitas opções ao usuário, porém deixa a desejar no momento em que apresenta a simplificação, já que quando mostra o resultado apresenta inúmeras telas e acaba interferindo na visualização do resultado, sendo preciso procurá-lo. A “Figura 9” mostra a tela do Ka3 após a simplificação.

Um dos pontos fortes KM2, é a possibilidade de gerar o esquema com portas lógicas da expressão desejada, conforme mostra a “Figura 10”.

Figura 9 - Tela do aplicativo Karma após a simplificação.



Figura 10 - Tela do aplicativo Karnaugh Minimizer 2.0.





O TTS, possui uma interface bem básica e por consequência menos opções são oferecidas ao usuário, por isso capaz de dificultar entendimento de usuários iniciantes. Se, deseja-se um software apenas para simplificação sem nem um algo a mais no software, é um bom software.

De um modo geral ambos os softwares são aplicáveis ao ensino, alguns com mais opções aos usuários do que outros. O Karma é o aplicativo mais completo no quesito de opções oferecidas ao usuário e também professor (tutor), e também por ter a interface mais amigável.

## 5.2. Avaliação resultados dos alunos

Com base nos dados obtidos do questionário podemos denotar uma tendência percentual muito próxima na escolha das ferramentas no que tange a facilidade de uso da aplicação. Neste contexto, os softwares que obtiveram melhor pontuação foram o Karnaugh Minimizer e a Karma, ficando entre simples e muito simples de acordo com a avaliação dos alunos.

A grande maioria dos alunos que consideravam-se com uma grande experiência em técnicas digitais e simplificação de expressão lógicas, não conseguiram chegar a melhor simplificação possível do circuito, tanto na simplificação manual quanto na simplificação utilizando as ferramentas. Percebeu-se também a grande dificuldade dos alunos em entenderem a forma de utilização das ferramentas e surgiram algumas dúvidas no decorrer do experimento. O “Gráfico 2” apresenta a quantidade de portas lógicas resultantes, através da simplificação manual e o “Gráfico 3” mostra a quantidade de portas lógicas através da simplificação com o uso das ferramentas.

Gráfico 2 – Gráfico de avaliação do desempenho dos alunos na simplificação manual.

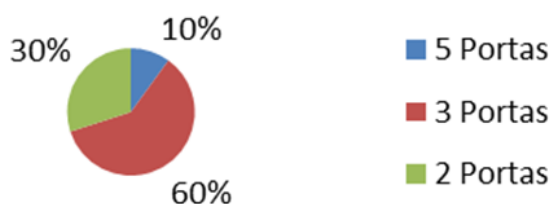
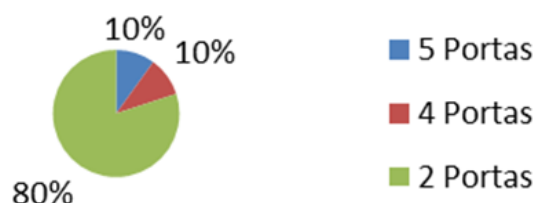
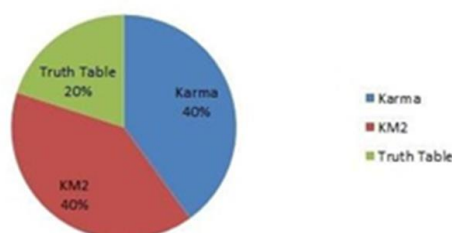


Gráfico 3 - Gráfico de avaliação do desempenho dos alunos da simplificação com uso das ferramentas.



Pode-se observar também com o experimento que duas ferramentas apresentaram melhor desempenho no quesito de ser mais agradável e simples de se utilizar nas avaliações as quais foram submetidas, sendo elas a Karma e a KM2, conforme mostra o “Gráfico 4”.

Gráfico 4 – Desempenho das ferramentas na avaliação dos alunos.



Na avaliação dos pesquisadores se sobressaiu das demais, a Karma, fato que se contradisse com os resultados obtidos pela avaliação dos alunos, o qual derivou a KM2, em virtude de nas opiniões coletadas ter havido maior pontuação no quesito instalação, usabilidade, layout de botões, atalhos e preenchimento de campos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, pode-se concluir, que apesar do uso pouco difundido destas ferramentas em meio acadêmico, todos os softwares elencados podem ser utilizados no apoio ao processo de aprendizagem, em disciplinas específicas nas áreas de eletrônica e engenharia, servindo como auxílio no entendimento da otimização de funções com Mapas de Karnaugh e métodos algébricos Booleanos.

A ferramenta Karma, obteve maior destaque, na visão dos pesquisadores, por ter um ambiente estável e abrangente oferecendo um conjunto de ferramentas de apoio (CAD), podendo ser utilizados em aulas presenciais e no ensino à distância. Conta ainda com software de auxílio a professores, que consiste em elucidar o ensinamento dos métodos de simplificação de expressões lógicas, com mapa de Karnaugh e métodos algébricos Booleanos, favorecendo assim o interesse e a curiosidade, além de contribuir positivamente na aprendizagem e evolução do conhecimento.

A KM2 atingiu superioridade dentre as demais, na avaliação feita pelos grupo de alunos, como instrumento de simplificação mais agradável e simples de se utilizar. Outro ponto favorável citado pelos discentes é a visualização do circuito resultante da simplificação da expressão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Logic Circuit Synthesis Labs.** Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/logics>> Acesso em 14 de Agosto 2013.

**Shuriksoft.** Disponível em: <<http://karnaugh.shuriksoft.com>> Acesso em 07 de Agosto de 2013.

**Shuriksoft.** Disponível em: <<http://www.shuriksoft.com/about.php>> Acesso em 09 de Agosto de 2013.

**Sourceforge.** Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/truthtablesolve>> Acesso em 07 de Agosto de 2013.

FILHO, A.B.C.; MÜLLER, T.J.; AMARAL, E.M.H.; LIMA, J.V.; TAROUCO, L.M.R.; Classificação de Objetos de Aprendizagem Segundo o Grau de Multimodalidade, CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação, V. 11 N° 1, julho, 2013.

FLOYD, T.; Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações, 9ª Edição, Ed. bookman, 2007.

KLOCK, C.E.; Ribas, R.P.; Reis A.I.; Karma : Um ambiente para o aprendizado de síntese de Funções Booleanas, Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), v.18, p.33-42, 2010.

PINHO, D. de S.; Ribas, E.; Lahm, R.A.; Ambiente virtual: uma proposta para construção de material didático, CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação, 2007.

SENA, A.; TORRES, M.; EasyKarnaugh 3.0 Uma ferramenta computacional para o auxílio no ensino de Mapas de Karnaugh em Lógica Digital. In WEI - XVII Workshop sobre Educação em Computação, Bento Gonçalves, RS, 2008.

TIELLET, C.A.; FALKEMBACH, G. A. M.; COLLETO, N.M.; SANTOS, L.R.; RIBEIRO, P.; Atividades Digitais: Seu uso para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação, V.5, N° 1, Julho, 2007.

TOCCI, R.J.; WIDMER, N.S.; Sistemas Digitais: Principios e Aplicação, 8ª Edição, São Paulo: Prentice Hall, 2003.

VAHID, F.; Sistemas Digitais - Projetos de Otimização e HDLs, Editora Boomark, 1ª Edição, 2008.

### ***A STUDY ON THE ADOPTION OF SOFTWARE FOR FACILITATION OF BOOLEAN EXPRESSIONS AS LEARNING OBJECTS IN A COURSE IN COMPUTER ENGINEERING***

***Abstract:*** This article presents a study on the evaluation of a set of tools to simplify combinational logic circuits in order to list what software has the potential to be adopted as learning objects in the discipline of digital techniques in a higher course of engineering Computer. This study adopted different evaluation criteria as methods of simplification, ease of use, application layout. Among the achievements highlighted the feasibility of using some tools in teaching aid teaching about the simplification of Boolean expressions, class attendance, practices in the laboratory, and for distance learning activities. Also was use a questionnaire, semi-structured, answered by students in the 5th period of the course in question, which concluded that the evaluated tools, and stimulate the interest and curiosity of students, contributed positively to the construction of knowledge was also used Boolean algebra and circuits.

***Key-words:*** Digital Techniques, Simplifying Circuits, boolean Algebra This document presents detailed instructions.