
ASA-CalcPro: uma ferramenta para o ensino-aprendizagem de cálculo proposicional

Jose Martim Nicoladelli (Mestre)

Cursos de Matemática, Ciência da Computação e Tecnologias em Informática

Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação – Universidade Tuiuti do Paraná e Faculdades SPEI

Janna Santanna Batista (aluna de Iniciação Científica)

Curso de Licenciatura em Matemática – Universidade Tuiuti do Paraná

João Luiz Luguesi (Mestre)

Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação – Faculdades SPEI

Marcelo Finger (Doutor)

Curso de Ciência da Computação – Universidade de São Paulo

Resumo

Este artigo apresenta o ambiente de suporte ao aluno para o ensino-aprendizagem de cálculo proposicional (ASA-CalcPro), focalizando os recursos básicos disponíveis no software para trabalhar com tabelas-verdade e temas correlatos. Disponibilizado atualmente como software gratuito, este ambiente será oferecido à comunidade acadêmica como software livre sob uma licença GPL. Os resultados preliminares, referentes ao uso do ambiente por alunos de cursos de Tecnologia em Informática, Sistemas de Informação, Ciência da Computação e Matemática, têm sido encorajadores e sugerem que tais recursos contribuem inequívoca e positivamente com os processos de ensino-aprendizagem de Ciência da Computação.

Palavras-chave: lógica matemática; cálculo proposicional; ensino-aprendizagem.

Abstract

This paper presents the student support environment for teaching-learning of propositional calculus (ASA-CalcPro), focusing the available software's basic resources to work with true-tables and correlate matters. Actually available as gratuitous software, ASA-CalcPro will be available as free software under a GPL licence. The unofficial results for environment uses by students from courses such as Technology in Computer, Information Systems, Computer Science and Mathematics has been encouraging and suggest that such resources clearly and positively contribute to the processes of teaching-learning of Computer Science.

Keywords: mathematical logi; propositional calculus; teaching-learning.

Apresentação

Este artigo apresenta os ambientes de suporte ao aluno para ensino-aprendizagem de cálculo proposicional (ASA-CalcPro) (Nicoladelli, 2005), relacionados com o método das tabelas-verdade, o método efetivo do cálculo proposicional clássico (CPC). Doze figuras, acompanhadas de comentários, ilustram os referidos ambientes e seus propósitos. O software livre com código aberto (FOSS) está disponível no site www.asacalcpro.com.br.

Motivação

O ASA-CalcPro foi iniciado na disciplina de Estudos Especiais oferecida pelo professor Douglas P. B. Renaux no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

A ferramenta foi concebida como uma contribuição social a ser distribuída segundo o conceito FOSS à comunidade acadêmica.

Percebemos na ocasião, a inexistência de ambientes de suporte ao aluno adequados, disponíveis e acessíveis, para o estudo de cálculo proposicional. Planejamos, naquele momento, a construção de um grande projeto que integrasse pequenos e específicos ambientes em

torno do cálculo proposicional.

A idéia central foi, e continua sendo, abrigar no referido projeto um grande número de temas úteis a alunos e professores de várias áreas do conhecimento, particularmente de Lógica, Matemática e Ciência da Computação.

Objetivos

Com o passar do tempo outros ambientes de suporte ao aluno (ASA) foram construídos ou iniciados, seguindo os mesmos princípios. Surgiu então um ambiente dedicado ao estudo de matrizes, determinantes e sistemas lineares (ASA-MDS), seguido pelo ambiente dedicado ao estudo de programação linear (ASA-ProgLin), e finalmente, um ambiente dedicado ao estudo de tablôs (ASA-Tableaux) com recursos para trabalhar analytic tableaux (Silva et. al. 2006), tablôs diretos e tableaux KE.

Nossos objetivos iniciais eram construir e distribuir ambientes adequados ao estudo do método das tabelas-verdade e do método dedutivo. Tais objetivos foram atingidos e extrapolados com a criação de novos ambientes, já na fase de prototipação. O ASA-CalcPro atual consiste, basicamente, em uma coleção de ambientes específicos para o estudo de temas relacionados com o cálculo proposicional.

Organizados em três grandes grupos, esses ambientes são acessados através da opção “ambientes” do menu principal do sistema.

O primeiro grupo, “Básicos” reúne dois grandes assuntos: o método das tabelas-verdade e o método dedutivo, objetivos iniciais do projeto.

Entre os assuntos relacionados com o método das tabelas-verdade, encontram-se “valorações”, “tabelas-verdade sintéticas”, “tabelas-verdade progressivas”, “tabelas-verdade analíticas”, “análise de consistência”, “esquemas de tabelas-verdade” e “O problema de Post”.

O ambiente “método dedutivo” baseia-se no uso de regras de inferência e de regras de equivalência (Mortari, 2001) aplicáveis segundo o princípio da substituição, permitindo que o aluno crie demonstrações de validade de argumentos através de provas diretas, condicionais (que usam a regra da prova condicional (RPC)) ou indiretas (que fazem uso de redução ao absurdo (RAA)).

O segundo grande grupo “Precursores” contém ambientes que de acordo com o planejamento inicial deverão se tornar independentes do ASA-CalcPro em momento oportuno, dando origem a uma outra grande área de estudo dentro do cálculo proposicional. Neste grupo estão contidos os Tableaux (futuro ASA-Tableaux), o Algoritmo de Wang (futuro ASA-Wang),

o PRC-Método Carnielli (futuro ASA-PRC) e o método da Resolução (futuro ASA-Resolução).

Um terceiro grupo disponível, “Detalhes”, reúne temas transversais como “Formas”, “Notações”, “Sistemas de Numeração Posicional”, “Conjuntos Adequados de Conectivos”, “De Morgan” e “Substituições Imediatas” ou “Reduções”.

Além dos três grupos apresentados anteriormente, o ASA-CalcPro oferece um ambiente específico para cadastro de exercícios direcionado aos interesses do professor.

O ASA-CalcPro e o ASA-Tableaux, em seus estágios atuais de desenvolvimento podem ser obtidos gratuitamente em www.asacalcpro.com.br.

O conjunto de figuras apresentado a seguir ilustra exclusivamente os recursos relacionados ao método das tabelas-verdade do ASA-CalcPro. A apresentação completa dos recursos do ASA-CalcPro transcenderia o espaço e o propósito deste artigo.

A figura 1 mostra o formulário principal do sistema onde se vê uma imagem da portaria principal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em Curitiba. Vê-se também o menu principal do sistema e sua opção “Ambientes”. Para acessar as tabelas-verdade, o usuário deverá selecionar “Ambientes | Básicos | Tabelas-Verdade”.

A figura 2 exhibe a tela única do editor de fórmulas e argumentos – elemento central do ASA-CalcPro. O editor,

e seu conteúdo, é compartilhado por todos os demais ambientes. Entre as funcionalidades disponíveis no editor estão as verificações sintática e semântica das expressões digitadas.



Figura 1. Tela principal do ASA-CalcPro

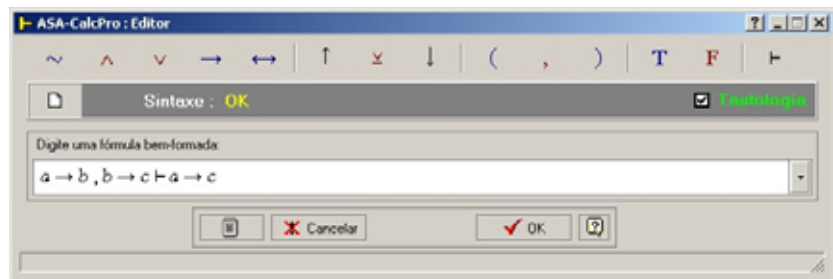


Figura 2. O editor de fórmulas e/ou argumentos

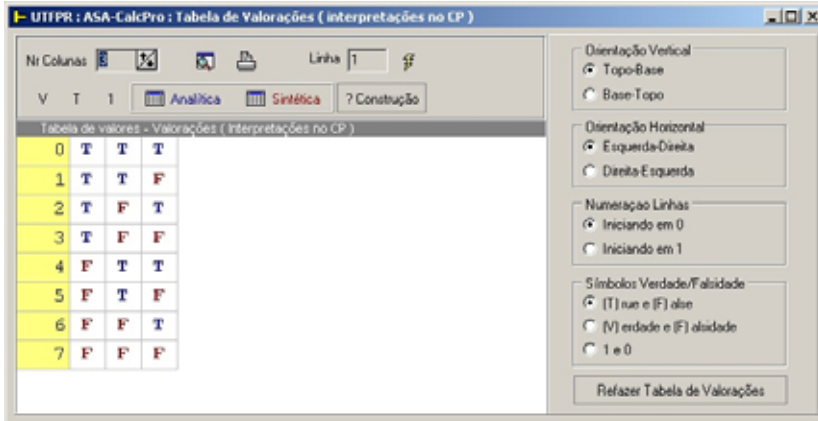


Figura 3. Ambiente Tabela de Valorações

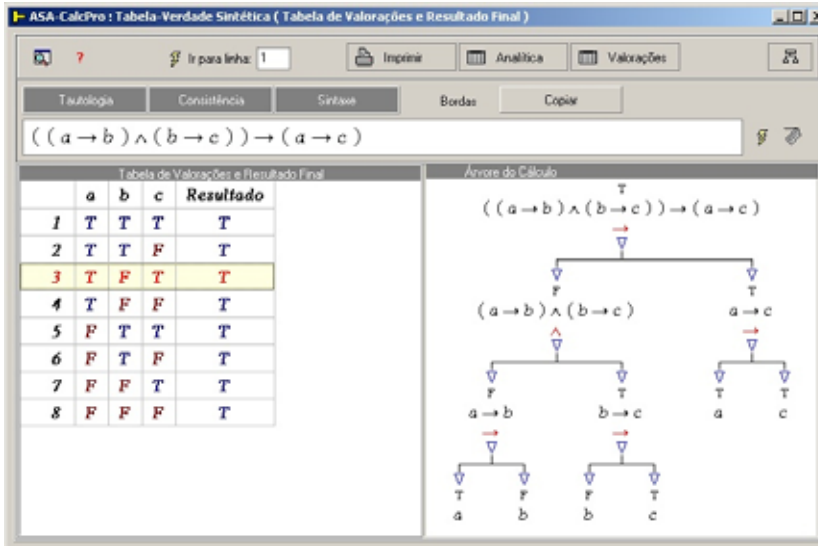


Figura 4. Ambiente Tabela-Verdade Sintética

Na figura 3, vê-se o ambiente “Tabelas de Valorações”, básico para estudantes que se iniciam no estudo do método das Tabelas-Verdade.

Nele, o estudante poderá construir tabelas de valorações escolhendo um dos três conjuntos de símbolos para representação de verdade/falsidade: {V,F}, {T,F} ou {1,0} (Souza, 2002), além de configurar as orientações. Estão disponíveis também recursos para localização de linhas a partir de sua numeração ou de seu conteúdo (polinômio de busca).

Uma tabela-verdade sintética exhibe a tabela de valorações e o resultado da operação principal de uma fórmula bem formada (fbf). Na figura 4, vemos uma tabela-verdade sintética (esquerda) e sua correspondente árvore (direita) comentada na figura 6 deste artigo. A tabela-verdade sintética é desprovida de detalhes de construção.

Tabelas-verdade progressivas exibem o resultado do cálculo de cada uma das subfórmulas, ordenadas por complexidade, da esquerda para a direita, até atingir a fbf principal. Este estilo de apresentação de tabelas-verdade tem sido explorado por autores de livros-texto disponíveis em nossas livrarias e bibliotecas. Consideramos esta forma de visualização relevante no processo de construção do conhecimento.

Os três estilos de representação de tabelas-verdade podem ser combinados com um objeto bastante

significativo: a árvore. Conhecida como árvore do cálculo, árvore sintática, árvore semântica, árvore de subfórmulas, árvore de composição ou árvore de decomposição, esta forma de representação é denominada segundo o seu propósito e o conjunto de elementos exibidos.

O ASA-CalcPro permite-nos visualizar a árvore segundo nossos interesses. Assim, de acordo com os elementos exibidos, a árvore comporta-se como árvore sintática ou semântica, e assim por diante. Configurando-a para que permaneça sempre na frente, podem-se visualizar as valorações assumidas pelas subfórmulas ao passo que se navega na tabela-verdade.

A visualização da árvore do cálculo é conseguida a partir dos ambientes de tabelas-verdade sintética, progressiva ou analítica.

A figura 6 mostra a árvore da mesma fórmula que gerou o conteúdo das figuras anteriores. Cada um dos elementos gráficos da árvore pode ter sua cor personalizada.

Algumas funcionalidades disponíveis nas árvores são do tipo liga-desliga. Por exemplo, a visualização das subfórmulas é alternada pelo simples clicar no botão correspondente.

A apresentação de informações segundo uma árvore é assunto do cotidiano de alunos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Tecnologia em

	a	b	c	a → c	a → b	b → c	(a → b) ∧ (b → c)	((a → b) ∧ (b → c)) → (a → c)
1	T	T	T	T	T	T	T	T
2	T	T	F	F	T	F	F	T
3	T	F	T	T	F	T	F	T
4	T	F	F	F	F	T	F	T
5	F	T	T	T	T	T	T	T
6	F	T	F	T	T	F	F	T
7	F	F	T	T	T	T	T	T
8	F	F	F	T	T	T	T	T

Figura 5. Módulo Tabela-Verdade Progressiva

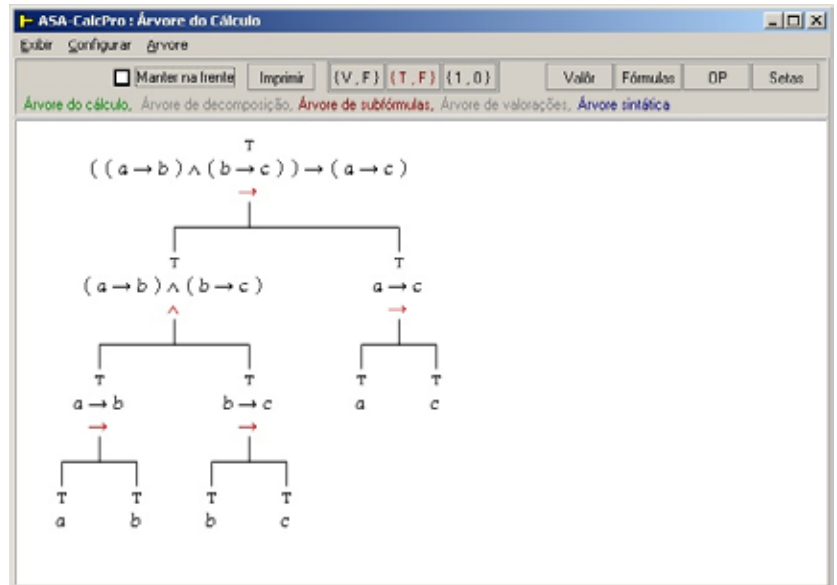


Figura 6. Árvore do Cálculo

ASA-CalcPro : Tabela-Verdade Analítica (expandida)

Editar

Tautologia Sintaxe: OK {V,F} {T,F} {1,0}

1

$((a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow c)) \rightarrow (a \rightarrow c)$

Tabela

prec		4	3	4	2	4	3	4			1	3	2	3					
fbf	(	(	a	→	b	)	∧	(	b	→	c	)	)	→	(	a	→	c)
1	(	(	T	T	T	)	T	(	T	T	T	)	)	T	(	T	T	T)
2	(	(	T	T	T	)	F	(	T	F	F	)	)	T	(	T	F	F)
3	(	(	T	F	F	)	F	(	F	T	T	)	)	T	(	T	T	T)
4	(	(	T	F	F	)	F	(	F	T	F	)	)	T	(	T	F	F)
5	(	(	F	T	T	)	T	(	T	T	T	)	)	T	(	F	T	T)
6	(	(	F	T	T	)	F	(	T	F	F	)	)	T	(	F	T	F)
7	(	(	F	T	F	)	T	(	F	T	T	)	)	T	(	F	T	T)
8	(	(	F	T	F	)	T	(	F	T	F	)	)	T	(	F	T	F)

Figura 7. Ambiente Tabela-Verdade Analítica

ASA-CalcPro : O problema de Post

V T 1

Nº Colunas: 3

Análisis Sintética

Visualizar fórmula equivalente Apagar fórmula equivalente

Outra para

Falsos Verdadeiros

Solução: Fórmula equivalente à fórmula da tabela-verdade hipotética

$\sim(a \wedge b \wedge \sim c) \wedge \sim(a \wedge \sim b \wedge \sim c) \wedge \sim(\sim a \wedge b \wedge \sim c)$

Tabela das Valorações e Tabela-Verdade Hipotética

I	T	T	T	T
2	T	T	F	F
3	T	F	T	T
4	T	F	F	F
5	F	T	T	T
6	F	T	F	F
7	F	F	T	T
8	F	F	F	T

Tabelas relativas à solução

I	T	T	T	T
2	T	T	F	F
3	T	F	T	T
4	T	F	F	F
5	F	T	T	T
6	F	T	F	F
7	F	F	T	T
8	F	F	F	T

Figura 8. Ambiente “O problema de Post”

Informática ou mesmo de Matemática. Portanto, não é demais afirmar que esta aplicação de árvore diádica pode ser o primeiro contato (precursor) e servirá como analogia para o estudo das árvores n-ádicas.

Acredita-se que o importante é disponibilizar o recurso. Caberá ao professor da disciplina enfatizar os detalhes que lhe convier.

Na figura 7, a tabela-verdade analítica (Abe et al., 2002) mostra os valores-verdade de cada letra proposicional e das operações sob os símbolos correspondentes. Este tipo de tabela-verdade apresenta alto grau de detalhes.

Além da possibilidade de personalização ou de combinação com o uso da árvore correspondente, este ambiente introduz a ordem de precedência, vista na linha “prec”.

Uma aplicação relevante do método das tabelas-verdade é encontrada no ambiente “O problema de Post” (Alencar Filho, 1986) também conhecido como “O problema Inverso”.

Enquanto nas tabelas-verdade buscamos o resultado de todas as operações envolvendo bbf, aqui procuramos uma bbf que gere determinada tabela-verdade. Dois caminhos são propostos: o primeiro observa as linhas com valores “T”. No segundo, a atenção é focada nos valores “F”.

Este ambiente foi criado por sugestão do prof. Jose Carlos Cifuentes Vasquez da Universidade Federal do

Paraná (UFPR) e é um exemplo de evolução a partir de sugestões de professores da área.

As figuras 9 e 10 apresentam telas com esquemas básicos de tabelas-verdade.

A análise de consistência de argumentos pode ser feita no ASA-CalcPro a partir do ambiente mostrado na figura 11. Nele, o usuário fornece o conjunto de premissas separadas por vírgulas, seguido da conclusão. Então, se houver pelo menos uma linha na qual todas as premissas e a conclusão sejam verdadeiras o argumento é dito consistente.

A figura 12 mostra uma das telas do ASA-CalcPro com indicação de leituras recomendadas.

A lista atual de indicações será atualizada à medida que novas obras sejam consideradas relevantes. Procuraremos indicar leituras de textos didáticos, escritos em Português e que sejam facilmente encontradas nas livrarias e/ou na internet.

Embora tenhamos um acervo de obras produzidas por autores brasileiros, deixamos por conta dos professores a complementação da lista com literatura estrangeira julgada significativa.

Alguns ambientes produzidos pelo autor recomendam literatura estrangeira e literatura brasileira escrita em idioma estrangeiro. Isto ocorrerá sempre que a literatura disponível em Português, produzida por autores brasileiros, for escassa ou de má qualidade.

The screenshot shows a window titled "ASA-CalcPro : Esquemas de Tabelas-Verdade Básicas". The main content area is titled "Esquemas de tabelas-verdade" and contains several truth tables for basic logical operations. The operations shown are Negação, Conjunção, Disjunção, Implicação, Equivalência, XOR, NOR, and NAND. Each operation is represented by a small table with columns for variables and rows for truth values. To the right of these tables, there are logical expressions and their corresponding symbols, along with brief definitions for XOR, NAND, and NOR.

Esquemas de tabelas-verdade																																																																						
<table border="1"> <tr><td>-</td><td>α</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td></tr> </table>	-	α	F	V	V	F	<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\wedge</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>F</td><td>F</td></tr> </table>	α	\wedge	β	V	V	V	V	F	F	F	F	V	F	F	F	<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\vee</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>F</td><td>F</td></tr> </table>	α	\vee	β	V	V	V	V	V	F	F	V	V	F	F	F	<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\rightarrow</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>F</td></tr> </table>	α	\rightarrow	β	V	V	V	V	F	F	F	V	V	F	V	F	<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\leftrightarrow</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>F</td></tr> </table>	α	\leftrightarrow	β	V	V	V	V	F	F	F	F	V	F	V	F
-	α																																																																					
F	V																																																																					
V	F																																																																					
α	\wedge	β																																																																				
V	V	V																																																																				
V	F	F																																																																				
F	F	V																																																																				
F	F	F																																																																				
α	\vee	β																																																																				
V	V	V																																																																				
V	V	F																																																																				
F	V	V																																																																				
F	F	F																																																																				
α	\rightarrow	β																																																																				
V	V	V																																																																				
V	F	F																																																																				
F	V	V																																																																				
F	V	F																																																																				
α	\leftrightarrow	β																																																																				
V	V	V																																																																				
V	F	F																																																																				
F	F	V																																																																				
F	V	F																																																																				
<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\oplus</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>F</td><td>F</td></tr> </table>	α	\oplus	β	V	F	V	V	V	F	F	V	V	F	F	F	<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\uparrow</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>V</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>F</td></tr> </table>	α	\uparrow	β	V	F	V	V	V	F	F	V	V	F	V	F	<table border="1"> <tr><td>α</td><td>\downarrow</td><td>β</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>V</td><td>F</td><td>F</td></tr> <tr><td>F</td><td>F</td><td>V</td></tr> <tr><td>F</td><td>V</td><td>F</td></tr> </table>	α	\downarrow	β	V	F	V	V	F	F	F	F	V	F	V	F	$\alpha \downarrow \beta \leftrightarrow \sim \alpha \wedge \sim \beta$ $\alpha \uparrow \beta \leftrightarrow \sim \alpha \vee \sim \beta$ $\alpha \times \beta \leftrightarrow (\alpha \vee \beta) \wedge \sim (\alpha \wedge \beta)$ XOR "OU" exclusivo. NAND Negação conjunta NOR Negação disjunta																						
α	\oplus	β																																																																				
V	F	V																																																																				
V	V	F																																																																				
F	V	V																																																																				
F	F	F																																																																				
α	\uparrow	β																																																																				
V	F	V																																																																				
V	V	F																																																																				
F	V	V																																																																				
F	V	F																																																																				
α	\downarrow	β																																																																				
V	F	V																																																																				
V	F	F																																																																				
F	F	V																																																																				
F	V	F																																																																				

Figura 9. Esquemas de tabelas-verdade básicos I

Deve-se ter em mente sempre, que o público-alvo dos ambientes de suporte ao aluno são principiantes.

Resultados

O ASA-CalcPro tem sido usado por alunos dos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informações, Tecnologia em Desenvolvimento de Software e Tecnologia em Desenvolvimento WEB das Faculdades SPEI na disciplina de Lógica Matemática, ministrada pelo autor que o utiliza também, e com o mesmo propósito, no curso de Ciência da Computação da Universidade Tuiuti do Paraná.

ASA-CalcPro : Tabelas-Verdade Básicas

α	β	$\alpha \wedge \beta$	α	β	$\alpha \vee \beta$	α	β	$\alpha \oplus \beta$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0

α	β	$\alpha \rightarrow \beta$	ASA-CalcPro	α	β	$\alpha \leftrightarrow \beta$
0	0	1	Semântica	0	0	1
0	1	1	Tabelas-Verdade	0	1	0
1	0	0	Tabelas-Verdade	1	0	0
1	1	1	Básicas	1	1	1

α	β	$\alpha \uparrow \beta$	α	β	$\alpha \downarrow \beta$	α	$\neg \alpha$
0	0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0		
1	1	0	1	1	0		

ASA-CalcPro

Conectivos / Operadores									
Símbolos	=	~	↑	∧	↓	∨	→	↔	
Prioridades	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura 10. Esquemas de tabelas-verdade básicos 2

O autor ministra o mesmo conteúdo em todas as turmas e os resultados são provenientes das experiências realizadas em sala de aula ou em laboratório. Ao final da disciplina, os alunos são questionados sobre a validade e as vantagens e desvantagens do uso do ASA-CalcPro.

ASA-CalcPro : Análise de Consistência

Contingência? **Consistente** Sintaxe?

Forneça o conjunto de premissas, separadas por vírgulas, assim: $p \rightarrow q, r \rightarrow s, p \vee r, q \vee s$

$p \rightarrow q, r \rightarrow s, p \vee r, q \vee s$

Tabela									
	p	q	r	s	$p \rightarrow q$	$r \rightarrow s$	$p \vee r$	$q \vee s$	
1	T	T	T	T	T	T	T	T	OK
2	T	T	T	F	T	F	T	T	
3	T	T	F	T	T	T	T	T	OK
4	T	T	F	F	T	T	T	T	OK
5	T	F	T	T	F	T	T	T	
6	T	F	T	F	F	F	T	F	
7	T	F	F	T	F	T	T	T	
8	T	F	F	F	F	T	T	F	
9	F	T	T	T	T	T	T	T	OK
10	F	T	T	F	T	F	T	T	
11	F	T	F	T	T	T	F	T	
12	F	T	F	F	T	T	F	T	
13	F	F	T	T	T	T	T	T	OK
14	F	F	T	F	T	F	T	F	
15	F	F	F	T	T	T	F	T	
16	F	F	F	F	T	T	F	F	

Figura 11. Ambiente Análise de Consistência

Portanto, as observações a seguir, feitas pelo autor como resultado de entrevistas individuais ou em grupo com alunos das turmas indicadas anteriormente são reconhecidamente não-científicas.

- 1 O autor ministra esta disciplina para calouros, isto é, alunos do primeiro período (semestre).
- 2 Nenhum dos alunos entrevistados fez comentários

sugerindo desvantagens no uso da ferramenta.

- 3 Embora raros, aconteceram casos de alunos que optaram por efetuar os trabalhos manualmente, sem suporte do ASA-CalcPro. Nestes casos, enquadraram-se os alunos que não têm acesso a computadores fora da IES a que pertencem.
- 4 Em todas as avaliações foram empregadas folhas de papel e canetas.
- 5 Todos os trabalhos individuais ou em grupo que colaboraram para a apuração de notas aos alunos foram baseados em trabalhos manuscritos.
- 6 As vantagens conseguidas com o uso do ASA-CalcPro:
 - a) Eliminação de enfadonhas repetições.
 - b) Eliminação dos trabalhos manuais privilegiando o trabalho intelectual.
 - c) Organização, limpeza e clareza do produto final.
 - d) Rapidez nas construções e nas correções.
 - e) Aumento da produtividade.
 - f) Ambiente agradável, amigável, convidativo.
- 7 Como consequência do uso do ASA-CalcPro, os alunos apresentam as seguintes reações:
 - a) Entusiasmo
 - b) Participação
 - c) Satisfação
 - d) Disposição
 - e) Solicitude
 - f) Descontração

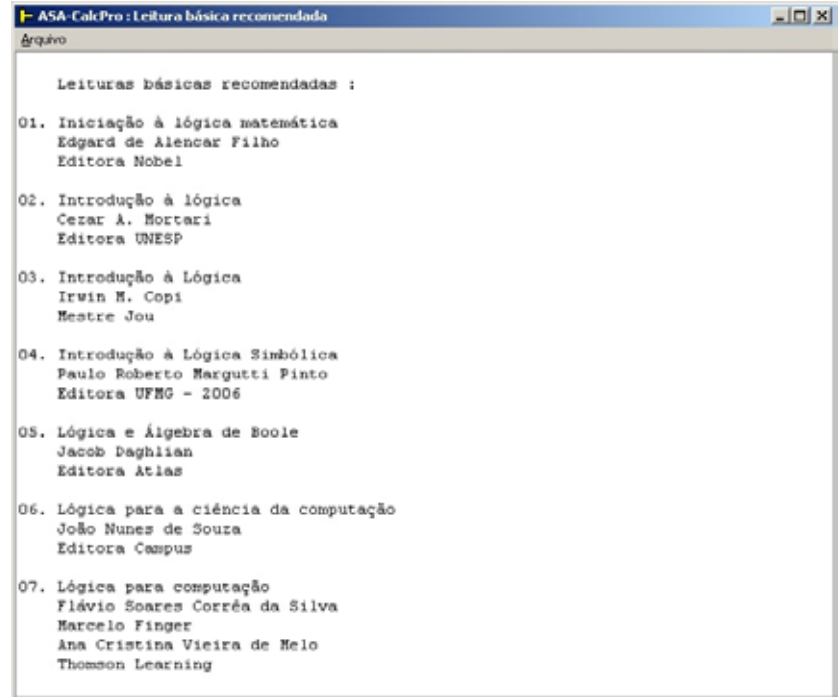


Figura 12. Leituras básicas recomendadas

Trabalhos futuros

Os ambientes de suporte ao aluno ASA-Tableaux, ASA-PRC, ASA-Resolução, ASA-Wang e ASA-Modal serão disponibilizados futuramente como software livre sob licença GPL.

Referências

- Abe, J. M., Scalzitti A., Silva Filho, J. I. da. (2002) *Introdução à lógica para Ciência da Computação*. São Paulo: Arte & Ciência.
- Alencar Filho, E. de (1986) *Iniciação à lógica matemática*. São Paulo: Editora Nobel.
- Mortari, C. A. (2001) *Introdução à lógica*. São Paulo: Editora UNESP.
- Nicoladelli, J. M. (2005) *ASA-CalcPro: uma ferramenta de cálculo proposicional e sua utilização no ensino*. Dissertação de Mestrado. CPGEI/UTFPR
- Silva, F. S. C. da, Finger M., Melo, A. C. V. de (2006) *Lógica para computação*. São Paulo: Thomson Learning.
- Souza, J. N. de. (2002) *Lógica para Ciência da Computação: fundamentos, linguagem, semântica e sistemas de dedução*. Rio de Janeiro: Editora Campus.