

Lorena Mendes Peixoto

**Análise de Adesão do Currículo de Ciência da  
Computação da UFMG ao tópico de Segurança  
da Informação do Currículo ACM&IEEE 2013**

Belo Horizonte, Minas Gerais

2021

Lorena Mendes Peixoto

**Análise de Adesão do Currículo de Ciência da Computação  
da UFMG ao tópico de Segurança da Informação do  
Currículo ACM&IEEE 2013**

Pesquisa Tecnológica

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

Orientador: Mário S. Alvim

Belo Horizonte, Minas Gerais  
2021

# Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a adesão do currículo do Bacharelado em Ciência da Computação da UFMG ao de *Information Assurance and Security* (IAS) da ACM&IEEE de 2013. Foi realizado um estudo extenso e profundo para compreender a relação entre cada assunto de cada tópico sugerido pela ACM&IEEE e as disciplinas ofertadas no bacharelado em questão. A contribuição desse estudo é uma tabela que apresenta as porcentagens de cobertura de cada tópico por disciplinas obrigatórias e optativas. A tabela foi dividida em duas: a primeira (2) contém a análise para tópicos específicos de Segurança da Informação e a segunda (6) contém a análise para tópicos pertencentes a outras áreas que também estão presentes no currículo de IAS.

O capítulo 2 dá uma visão geral sobre a ACM&IEEE e sua importância; o capítulo 3 apresenta uma visão geral sobre o curso de Ciência da Computação da UFMG; o capítulo 4 explica o processo realizado; o capítulo 5 analisa as tabelas e discute os resultados; e o capítulo 6 condensa as informações apresentadas e discute a importância da análise feita.

A partir deste trabalho, foi possível responder às seguintes questões:

**1. Qual é o nível de cobertura de conteúdo em relação à ACM&IEEE-IAS para alunos que cursam somente as disciplinas obrigatórias do curso?**

Cursando somente as obrigatórias do curso de Ciência da Computação da UFMG, a cobertura é de 20,64% para matérias consideradas obrigatórias da ACM&IEEE-IAS, 26,22% para matérias consideradas optativas e 7,73% para matérias consideradas eletivas.

**2. Qual é esse nível para o caso de alunos que cursam também as disciplinas optativas relacionadas à Segurança da Informação?**

Cursando também as disciplinas optativas relevantes para a área de Segurança da Informação, a cobertura passa a ser de 23,51% para matérias consideradas obrigatórias da ACM&IEEE-IAS, 32,27% para matérias consideradas optativas e 15,63% para matérias consideradas eletivas.

**3. Existem lacunas no currículo do curso de Ciência da Computação da UFMG que precisam ser preenchidas, com base na ACM&IEEE-IAS, para dar aos alunos uma base de conhecimento mais satisfatória na área da Segurança da Informação?**

Certamente. Diversas áreas do conhecimento relevantes para Segurança da Informação, como *Information Management*, *Social Issues and Professional Practice* e a própria *Information Assurance and Security* (IAS) possuem uma cobertura no BCC que é insatisfatória e muito abaixo do recomendado pela ACM&IEEE-IAS, sendo necessária uma reavaliação das ementas das disciplinas ofertadas de modo a acrescentar assuntos que são recomendados por essa entidade.

# Siglas

BCC	Bacharelado em Ciência da Computação
DCC	Departamento de Ciência da Computação
IAS	<i>Information Assurance and Security</i>
OB	Disciplinas obrigatórias
OP	Disciplinas optativas
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

# Sumário

1	INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÃO . . . . .	5
2	O CURRÍCULO ACM&IEEE 2013 . . . . .	6
3	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO NA UFMG . . . . .	9
4	METODOLOGIA . . . . .	10
5	RESULTADOS . . . . .	14
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	19
	REFERÊNCIAS . . . . .	20
7	APÊNDICE . . . . .	21

# 1 Introdução e Motivação

Atualmente, o Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) não oferece uma base de conhecimento sólida ou incentivo para os alunos seguirem uma carreira em segurança cibernética. Este campo tem se tornado cada vez mais importante devido ao crescimento do uso da internet e dos ataques cibernéticos, e existe uma grande necessidade de profissionais dessa área no mercado.

O presente trabalho tem como objetivos:

1. Analisar o nível de cobertura de tópicos sugeridos pela ACM&IEEE-IAS no Bacharelado de Ciência da Computação da UFMG.
2. Identificar quais áreas, no BCC, necessitam de maior atenção para ficarem em conformidade com o currículo de IAS da ACM&IEEE.

## 2 O Currículo ACM&IEEE 2013

ACM é um acrônimo para *Association for Computing Machinery*, que é uma sociedade científica e educacional dedicada à computação que foi fundada na Universidade de Columbia em 1947.

IEEE é um acrônimo para *Institute of Electrical and Electronic Engineers*, que é uma sociedade técnico-profissional internacional dedicada ao avanço da teoria e prática da engenharia nos campos da eletricidade, eletrônica e computação [1].

Juntas, essas sociedades formaram um força-tarefa e têm desenvolvido diretrizes internacionais para graduações na área de Computação ao longo de vários anos, publicando com uma periodicidade de aproximadamente uma década [2]. Uma das contribuições dessas diretrizes é o guia de currículos para cursos de graduação, que contém os tópicos recomendados para a formação de estudantes com um nível satisfatório de conhecimento na área.

A versão mais recente de currículo para o curso de Ciência da Computação, especificamente, foi publicada em 2013 [3] e pode ser acessada publicamente em [2]. O conteúdo do documento é extenso e algumas seções são de maior relevância para o presente trabalho, sendo essas:

- Capítulo 1, seção “Knowledge Areas” (Áreas do Conhecimento)

Os tópicos do currículo da ACM&IEEE são reunidos, de acordo com sua relevância para campos específicos da computação, em áreas do conhecimento. Essas áreas não são disjuntas: elas são interconectadas e compartilham de tópicos que podem ser relevantes para mais de uma. Na versão de 2013, analisada no presente trabalho, são consideradas 18, enumeradas a seguir juntamente com suas siglas:

1. Algorithms and Complexity (AL)
2. Architecture and Organization (AR)
3. Computational Science (CN)
4. Discrete Structures (DS)
5. Graphics and Visualization (GV)
6. Human-Computer Interaction (HCI)
7. **Information Assurance and Security (IAS)**
8. Information Management (IM)
9. Intelligent Systems (IS)
10. Networking and Communications (NC)
11. Operating Systems (OS)

12. Platform-based Development (PBD)
13. Parallel and Distributed Computing (PD)
14. Programming Languages (PL)
15. Software Development Fundamentals (SDF)
16. Software Engineering (SE)
17. Systems Fundamentals (SF)
18. Social Issues and Professional Practice (SP)

Para o presente trabalho, o foco são os tópicos da área *Information Assurance and Security* (IAS) (Ou “Garantia e Segurança da Informação”).

- Capítulo 4, seção “Core Tier-1, Core Tier-2, Elective: What These Terms Mean, What is Required”

Os tópicos sugeridos pela ACM&IEEE são classificados de acordo com sua relevância e obrigatoriedade para um curso de graduação. Essa classificação compreende os seguintes tipos:

1. Core Tier-1: Representa tópicos que devem, obrigatoriamente, ser cobertos em um curso de graduação.
2. Core Tier-2: Representa tópicos de grande importância para um curso de graduação, sendo necessário haver uma cobertura mínima de 80% dos mesmos (a recomendação é de 90% a 100% de cobertura).
3. Eletivas: Representa tópicos complementares que são recomendados para o currículo de uma graduação.

Um mesmo tópico pode conter assuntos pertencentes a diferentes classificações. O caso a seguir exemplifica esse tipo de situação:

**Tópico:** Parallel Architecture

**Área do Conhecimento:** PD

**Assuntos:**

[Core-Tier1]

- Multicore processors
- Shared vs. distributed memory

[Core-Tier2]

- Symmetric multiprocessing (SMP)

- SIMD, vector processing

[Elective]

- GPU, co-processing
- Flynn's taxonomy
- Instruction level support for parallel programming
  - \* Atomic instructions such as Compare and Set
- Memory issues
  - \* Multiprocessor caches and cache coherence
  - \* Non-uniform memory access (NUMA)
- Topologies
  - \* Interconnects
  - \* Clusters
  - \* Resource sharing (e.g., buses and interconnects)

Observa-se que os dois primeiros assuntos são Core-Tier1, os dois seguintes são Core-Tier2 e os demais são eletivos.

- Apêndice A: *Information Assurance and Security (IAS)*

O tópico de Garantia e Segurança da Informação da ACM&IEEE, de acordo com o próprio documento, é definido como:

*“O conjunto de controles e processos técnicos e de política destinados a proteger e defender as informações e os sistemas de informação, garantindo sua confidencialidade, integridade e disponibilidade e fornecendo autenticação e não repúdio.”* (ACM&IEEE [2], tradução nossa)

A área de conhecimento IAS é composta por tópicos específicos dela e também por tópicos que são específicos de outras áreas, porém relevantes para ambas. No total, eles são 76 - sendo 11 de IAS e 65 de outras áreas - e podem ser vistos na primeira coluna das tabelas 2 e 6, respectivamente.

O Apêndice A do documento ACM&IEEE [2] apresenta também os assuntos de cada um dos tópicos.

### 3 Ciência da Computação na UFMG

Criado em 1978, o Bacharelado em Ciência da Computação da UFMG é considerado um dos melhores do país [4]. Segundo o próprio site da universidade, o curso

*“busca fornecer ao aluno uma base de conhecimento ampla, nos aspectos de teoria, modelagem e desenvolvimento. A teoria é essencial para o entendimento da estrutura do computador (hardware e software) e dos métodos de organização, tratamento e comunicação da informação. A modelagem inclui métodos de projeto, análise, avaliação e verificação de sistemas; e o desenvolvimento trata de implementação e teste de sistemas de computação. Esta formação também inclui conceitos modernos de gestão empresarial e gerência da qualidade. Os alunos do curso contam com laboratórios de recursos computacionais de última geração e laboratórios de desenvolvimento de hardware, além de biblioteca completa e atualizada.”* (UFMG [5])

Assim como em outros cursos, o Bacharelado em Ciência da Computação da UFMG exige uma carga mínima de disciplinas para conclusão. Essa carga é dividida entre alguns grupos, incluindo obrigatórias, optativas e eletivas. As obrigatórias são, como o próprio nome diz, exigidas para que um estudante conclua o curso; as optativas, em sua maioria, são relacionadas à área do curso e existe um número mínimo exigido, mas a escolha delas fica a cargo do aluno; as eletivas, por sua vez, não são necessariamente relacionadas à área de Ciência da Computação, mas também têm uma carga mínima exigida e a escolha das mesmas é feita pelos estudantes.

## 4 Metodologia

O presente trabalho teve por objetivo analisar o nível de adesão do currículo de Ciência da Computação da UFMG àquele da ACM&IEEE de 2013, em específico ao da área de conhecimento IAS (referenciado neste trabalho como ACM&IEEE-IAS). Para tal, foi necessário seguir as seguintes etapas, que serão detalhadas ao longo deste capítulo.

1. Coleta de ementas das disciplinas obrigatórias e optativas do Bacharelado em Ciência da Computação da UFMG .
2. Análise e compreensão dos tópicos e assuntos sugeridos no currículo ACM&IEEE-IAS .
3. Definição do percentual de cobertura, na grade do Bacharelado de Ciência da Computação da UFMG, de cada assunto dos tópicos sugeridos pela ACM&IEEE-IAS .

Para fins de concisão, todas as referências deste capítulo aos tópicos do currículo ACM&IEEE-IAS serão chamados de “tópicos da ACM&IEEE-IAS”. De forma semelhante, as disciplinas do Bacharelado em Ciência da Computação da UFMG serão referidas como “disciplinas do BCC”.

A coleta de ementas (item 1) foi feita majoritariamente com a ajuda do setor de ensino de Segurança da Informação do DCC. Algumas foram disponibilizadas por esta entidade, outras foram coletadas diretamente com os professores das disciplinas e as demais estavam disponíveis publicamente na internet.

Para o passo 2, foi necessário identificar os tópicos da ACM&IEEE-IAS e coletar os assuntos tratados em cada uma. Ambos se encontravam no documento *Computer Science Curricula 2013* [2], disponível publicamente na internet.

O passo 3 foi conduzido a partir dos dois anteriores: para cada assunto de cada tópico sugerido pela ACM&IEEE-IAS, foi realizada uma busca nas ementas das disciplinas do BCC visando encontrar um tópico semelhante no plano de ensino das mesmas. Em alguns casos, a ementa era descrita de forma sucinta e, por isso, foi necessário ou checar o conteúdo da disciplina no Moodle e nos livros-texto ou conversar diretamente com os professores que ministravam a disciplina para identificar se os assuntos eram ou não cobertos.

Foi possível gerar um mapeamento intermediário que relacionava os assuntos dos tópicos da ACM&IEEE-IAS aos nomes das disciplinas obrigatórias e optativas do BCC que cobriam aquele assunto. Um exemplo é mostrado na tabela 1, onde OP são disciplinas optativas e OB são disciplinas obrigatórias.

Com o mapeamento dos assuntos de todos os 76 tópicos da ACM&IEEE-IAS, foi possível gerar as tabelas 2 e 6, que apresentam o nível de adesão do currículo de disciplinas do BCC aos tópicos de ACM&IEEE-IAS, considerando as de Core-Tier1, Core-Tier2 e Eletivas.

Tabela 1 – Exemplo de mapeamento de alguns assuntos do tópico eletivo *Development Methods* da ACM&IEEE-IAS à sua cobertura no BCC.

<b>Assunto</b>	<b>Disciplinas do BCC que cobrem o assunto</b>
<i>Program comprehension</i>	Engenharia de Software 1 (OB), Programação e Desenvolvimento de Software 2 (OB)
<i>Types of errors (syntax, logic, run-time)</i>	Programação e Desenvolvimento de Software 2 (OB)
<i>Code reviews</i>	Engenharia de Software 1 (OB), Reuso de Software (OP)
<i>Unit testing</i>	Engenharia de Software 1 (OB), Teste de Software (OP)

A primeira tabela (2) se encontra neste capítulo e apresenta os percentuais de adesão aos tópicos específicos da área de conhecimento IAS. A segunda tabela (6), por sua vez, contém os tópicos sugeridos pela área que são específicos de outras e, devido ao seu tamanho, é apresentada no Apêndice (7). Ambas as tabelas possuem a mesma estrutura, que é detalhada a seguir:

1. A primeira coluna apresenta o nome do tópico da ACM&IEEE-IAS (*Foundational Concepts in Security*, por exemplo).
2. A segunda coluna apresenta a porcentagem de cobertura daquele tópico por matérias obrigatórias do BCC, considerando a cobertura dos assuntos de Core-Tier1, Core-Tier2 e Eletivos daquele tópico (representados nas sub-colunas). Nos casos em que o tópico não possui assunto de um determinado tipo, sua célula contém o valor N/A (não aplicável). O tópico *Cryptography*, por exemplo, contém assuntos de tipos Core-Tier2 e Eletiva, mas não de Core-Tier1.

A porcentagem apresentada nas células dessa coluna indicam a razão entre o número de assuntos daquele tipo que são cobertos por disciplinas obrigatórias do BCC e o número de assuntos daquele tipo presentes no tópico em questão, conforme mostrado na equação 4.1.

$$\frac{\text{\# assuntos do tópico cobertos por obrigatórias do BCC}}{\text{\# assuntos daquele tópico}} \quad (4.1)$$

3. A terceira coluna tem conteúdo similar ao da segunda, com a diferença de que ela considera a porcentagem de cobertura de tópicos por disciplinas obrigatórias e optativas. Quando um assunto é coberto por ao menos uma disciplina obrigatória, sua cobertura por optativas é desconsiderada. Essa decisão de projeto foi tomada visando facilitar a comparação dos níveis de cobertura: se um assunto é coberto em uma disciplina obrigatória, então os alunos necessariamente vão ter contato com ele e não será considerado relevante ele ser abordado em outras disciplinas ou não. Por outro lado, se ele não é coberto em uma disciplina obrigatória, quer-se entender se a cobertura no departamento aumenta ao se cursarem determinadas disciplinas optativas/eletivas.

É relevante compreender de que forma o número de assuntos de um tópico é definido para o cálculo do nível de adesão. O tópico *Transaction Processing* da área de conhecimento IM, por exemplo, possui 4 assuntos, que são “*Transactions*”, “*Failure and recovery*”, “*Concurrency control*” e “*Interaction of transaction management with storage, especially buffering*”. No caso de tópicos cujos assuntos possuem granularidade de sub-assuntos, considerou-se o último nível.

O tópico *Communication and Coordination* é um exemplo para este caso. Alguns de seus assuntos são mostrados a seguir:

- a) Consistency, and its role in programming language guarantees for data-race-free programs
- b) Message passing
  - i. Point-to-point versus multicast (or event-based) messages
  - ii. Blocking versus non-blocking styles for sending and receiving messages
  - iii. Message buffering
- c) Atomicity
  - i. Specifying and testing atomicity and safety requirements
  - ii. Granularity of atomic accesses and updates, and the use of constructs such as critical sections or transactions to describe them
  - iii. Mutual Exclusion using locks, semaphores, monitors, or related constructs
    - A. Potential for liveness failures and deadlock (causes, conditions, prevention)
  - iv. Composition
    - A. Composing larger granularity atomic actions using synchronization
    - B. Transactions, including optimistic and conservative approaches

Neste exemplo, o número de assuntos a ser considerado seria igual a 9, uma vez que os assuntos finais são 3a, 3(b)i, 3(b)ii, 3(b)iii, 3(c)i, 3(c)ii, 3(c)iiiA, 3(c)ivA e 3(c)ivB.

Tabela 2 – Adesão de disciplinas do BCC aos tópicos específicos de IAS da área de conhecimento IAS da ACM&IEEE

Tópico	Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)			Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)		
	Tier 1	Tier 2	Eletivas	Tier 1	Tier 2	Eletivas
Foundational Concepts in Security	0	N/A	N/A	40	N/A	N/A
Principles of Secure Design	0	0	N/A	0	16,67	N/A
Defensive Programming	75	50	0	75	50	0
Threats and Attacks	N/A	0	0	N/A	100	100
Network Security	N/A	0	0	N/A	0	0
Cryptography	N/A	0	4,54	N/A	66,67	59,09
Web Security	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
Platform Security	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
Security Policy and Governance	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12,5
Digital Forensics	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
Secure Software Engineering	N/A	N/A	0	N/A	N/A	16,67

## 5 Resultados

Conforme explicado no capítulo 4, a tabela 2 apresenta os resultados do comparativo das disciplinas do BCC com as disciplinas específicas da área de conhecimento IAS do currículo ACM&IEEE-IAS. O comparativo com as disciplinas gerais (também pertencentes ao currículo) se encontra na tabela 6.

Pela tabela 2, que apresenta as disciplinas de IAS, observa-se a presença de somente três tópicos do tipo Core-Tier1. Um deles (*Defensive Programming*) possui 75% de cobertura por disciplinas obrigatórias ou por obrigatórias+optativas do BCC. *Foundational Concepts in Security* não é coberto por nenhuma disciplina obrigatória do BCC, mas o percentual cresce para 40% quando disciplinas optativas são levadas em consideração. *Principles of Secure Design*, por sua vez, não é coberto por disciplina alguma do departamento. Dessa forma, calculando-se a média aritmética das porcentagens de cobertura, pode-se dizer que a média de cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC para tópicos Core-Tier1 de IAS é de 25%  $([0+0+75]/3)$  e que essa média pode aumentar para 38,33%  $([40+0+75]/3)$  ao se cursarem determinadas disciplinas optativas.

Realizando o mesmo cálculo para as disciplinas Core-Tier2, observa-se que a cobertura é de 10% por disciplinas obrigatórias do BCC e que essa média pode aumentar para 46,67% ao se cursarem determinadas disciplinas optativas. Os respectivos valores são 0,51% e 20,92% para o caso de tópicos Eletivos. As médias para os tópicos de IAS são sumarizadas na tabela 3 e as médias finais para os tópicos, considerando tanto os de IAS quanto os gerais, são sumarizadas na tabela 4.

Tabela 3 – Média de cobertura de tópicos de IAS da ACM&IEEE por disciplinas do BCC

<b>Tipo</b>	<b>Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)</b>	<b>Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)</b>
Core-Tier1	25	38,33
Core-Tier2	10	46,67
Eletivas	0,51	20,92

Tabela 4 – Média final de cobertura de tópicos da ACM&IEEE (IAS + gerais) por disciplinas do BCC

<b>Tipo</b>	<b>Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)</b>	<b>Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)</b>
Core-Tier1	20,64	23,51
Core-Tier2	26,22	32,27
Eletivas	7,73	15,63

Levando em consideração as recomendações do currículo ACM&IEEE-IAS, detalhado no capítulo 2, nota-se que a adesão do BCC ao mesmo está abaixo do ideal em todos os tipos de tópicos:

- **Core-Tier1:** a recomendação é uma cobertura de 100% para todos os alunos, ou seja, todos os tópicos dessa categoria deveriam ser cobertos em disciplinas obrigatórias do BCC. Contudo, somente 20,64% delas é coberto de forma mandatória. Se um estudante cursa também optativas, essa porcentagem sobe para 23,50%, o que continua sendo muito inferior ao recomendado.
- **Core-Tier2:** a recomendação é uma cobertura de 90-100%, mas com um mínimo obrigatório de 80%. Com disciplinas obrigatórias do BCC, essa cobertura é de 26,22% ou 32,27% ao se cursarem determinadas optativas. Os valores ainda são consideravelmente inferiores ao recomendado.
- **Eletivas:** não há uma recomendação exata de porcentagem de cobertura, mas entende-se que, quando maior ela for, melhor para a qualidade da grade. No caso de disciplinas obrigatórias, essa cobertura no BCC é de 7,73%, aumentando para 15,63% ao se considerarem também optativas - valores consideravelmente baixos.

Outro objetivo do presente trabalho era indicar quais áreas do conhecimento possuem menor adesão ao currículo da ACM&IEEE-IAS. Com essa informação, é possível reunir esforços no departamento e focar em disciplinas específicas de uma área. As figuras 1, 2 e 3 apresentam os percentuais de cobertura de áreas do conhecimento do currículo para disciplinas Core-Tier1, Core-Tier2 e Eletivas, respectivamente. Se uma área do conhecimento não é contemplada em um gráfico, então ela não possui tópicos do tipo em questão. Por exemplo, HCI (*Human-Computer Interaction*) não possui tópicos do tipo Core-Tier2, portanto ela não está presente na figura 2. Os dados detalhados são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Média de cobertura, por disciplinas do BCC, de áreas do conhecimento consideradas no currículo de IAS da ACM&IEEE

Tópico	Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)			Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)		
	Tier 1	Tier 2	Eletivas	Tier 1	Tier 2	Eletivas
Architecture and Organization	N/A	100	20	N/A	100	20
Human-Computer Interaction	0	N/A	0	77,78	N/A	0
Information Assurance and Security	25	10	0,51	38,33	46,67	20,92
Information Management	0	0	6,25	33,33	100	68,75

Tabela 5 – Média de cobertura, por disciplinas do BCC, de áreas do conhecimento consideradas no currículo de IAS da ACM&IEEE

Tópico	Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)			Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)		
	Tier 1	Tier 2	Eletivas	Tier 1	Tier 2	Eletivas
Intelligent Systems	N/A	N/A	50	N/A	N/A	91,67
Networking and Communications	100	67	N/A	100	67	N/A
Operating Systems	64,28	66,67	8,63	64,28	80	16,96
Platform-based Development	N/A	N/A	0	N/A	N/A	8,33
Parallel and Distributed Computing	75	58,33	43,33	75	58,33	43,33
Programming Languages	94,44	80,71	26,67	94,44	80,71	66,67
Software Development Fundamentals	88,46	N/A	N/A	88,46	N/A	N/A
Software Engineering	100	49,07	33,66	100	66,64	36,74
Systems Fundamentals	52,5	66,67	N/A	52,5	66,67	N/A
Social Issues and Professional Practice	40	50	0	40	50	0

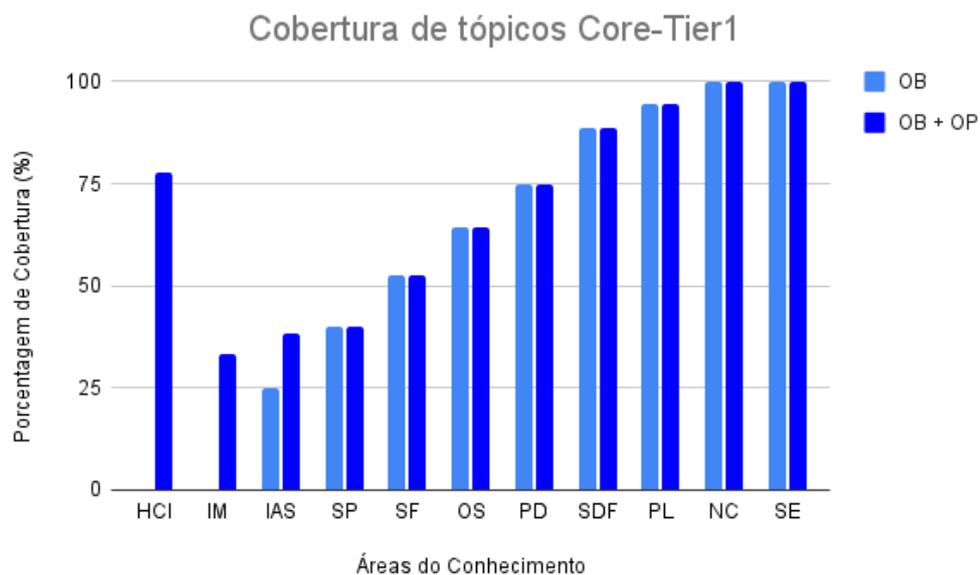


Figura 1 – Percentual de cobertura de tópicos Core-Tier1 de áreas específicas do currículo ACM&IEEE-IAS pelo BCC

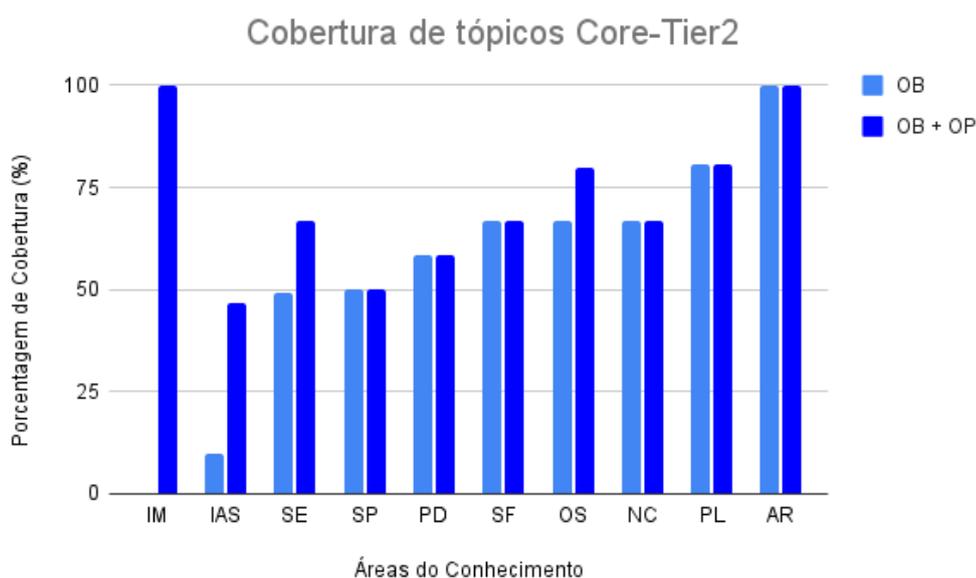


Figura 2 – Percentual de cobertura de tópicos Core-Tier2 de áreas específicas do currículo ACM&IEEE-IAS pelo BCC

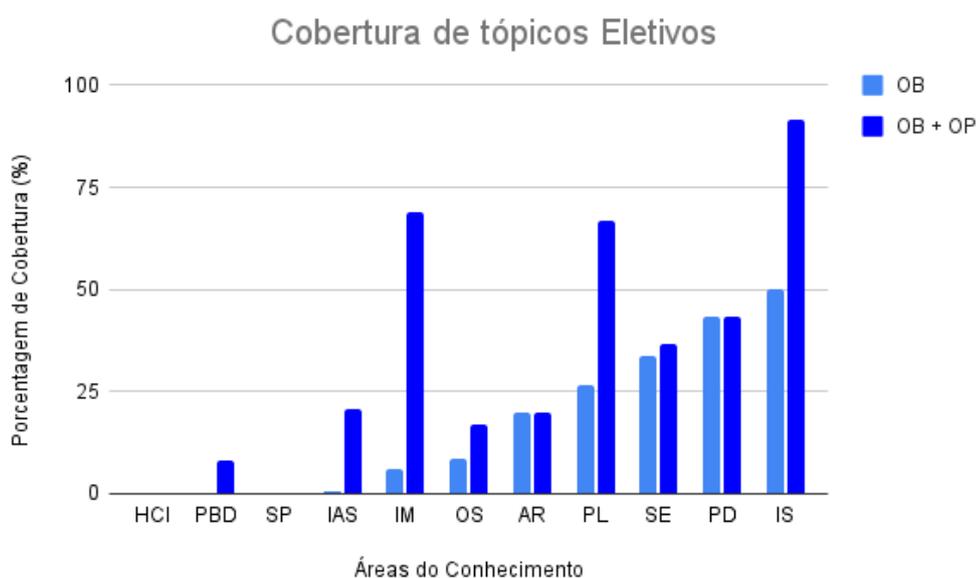


Figura 3 – Percentual de cobertura de tópicos eletivos de áreas específicas do currículo ACM&IEEE-IAS pelo BCC

A partir dos gráficos, pode-se inferir, para cada tipo de tópico, considerando um limiar arbitrário de 50% de cobertura:

- Core-Tier1: Nota-se que as áreas HCI, IM, IAS e SP são as que têm menor conformidade com o currículo em disciplinas obrigatórias. HCI possui uma cobertura maior que o limiar em disciplinas optativas.

- Core-Tier2: Em disciplinas obrigatórias, IM, IAS e SE possuem baixa conformidade. A conformidade sobe para 100% na área IM quando se consideram também disciplinas optativas e se mantém abaixo no caso das demais.
- Eletivas: Com exceção de IS, que possui valor igual ao limiar, todas as áreas possuem cobertura inferior no BCC em disciplinas obrigatórias. Somente IM e PL ficam acima ao se considerarem disciplinas optativas também.

## 6 Considerações Finais

MOORE et. al. [6] realizaram um *survey* com gerentes e pessoas executivas de Segurança da Informação de diversas empresas. Em suas conclusões, observaram que segurança cibernética tem se tornado cada vez mais importante e observada nos últimos anos, ganhando espaço e investimento em empresas de tecnologia. Outra conclusão observada é que encontrar mão de obra qualificada para a área tem sido um grande desafio para essas pessoas.

O presente trabalho mostrou que a grade do curso de Ciência da Computação da UFMG não está em conformidade com o currículo de Segurança da Informação da ACM&IEEE, que é uma referência internacional. Com a alta demanda no mercado de trabalho e o fato do DCC ser uma grande referência para Computação no geral, estudantes de Ciência da Computação desse departamento poderiam ter excelentes oportunidades se fossem propriamente preparados e estimulados para seguir uma carreira em Segurança da Informação. Contudo, o DCC não oferece isso aos alunos.

Para resolver esse problema, seria necessária uma força-tarefa para reavaliar as ementas das disciplinas do curso e adicionar assuntos em cada uma de forma a se aproximar mais das recomendações da ACM&IEEE-IAS. Conforme mostrado na tabela 5 e nas figuras 1, 2 e 3, algumas áreas do conhecimento estão com menor adesão no BCC. Observa-se que *Information Management*, *Information Assurance and Security* e *Social Issues and Professional Practice*, por exemplo, são áreas que possuem cobertura baixa - ainda assim, são de grande importância para Segurança da Informação. Portanto, um foco maior do departamento nessas e em outras áreas de baixa cobertura seria uma forma de aumentar os níveis de adesão ao currículo ACM&IEEE-IAS.

# Referências

- [1] IEEE. *O que é o IEEE?* Disponível em: <<http://www.ieee.org.br/organizacao/>>.
- [2] SAHAMI, M. et al. *Computer Science Curricula 2013(CS2013)*. New York, 2013. Disponível em: <[https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013\\_webfinal.pdf](https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_webfinal.pdf)>.
- [3] ACM. *Curricula Recommendations*. Disponível em: <<https://www.acm.org/education/curricula-recommendations>>.
- [4] ICEX. *CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (GRADUAÇÃO)*. Disponível em: <<https://www.icex.ufmg.br/index.php/ciencias-da-computacao>>.
- [5] UFMG. *BACH./NÚCLEO AVANÇADO/NÚCLEO GERAL*. Disponível em: <<https://ufmg.br/cursos/graduacao/2377/91205>>.
- [6] MOORE, T.; DYNES, S.; CHANG, F. R. Identifying how firms manage cybersecurity investment. *Available: Southern Methodist University. Available at: http://blog.smu.edu/research/files/2015/10/SMU-IBM.pdf (Accessed 2015-12-14)*, v. 32, 2015.
- [7] DCC. *Labs*. Disponível em: <<https://garnet.dcc.ufmg.br/dcc/?q=pt-br/laboratorios>>.
- [8] DCC. *Inscript*. Disponível em: <<https://garnet.dcc.ufmg.br/dcc/?q=pt-br/node/2662>>.

## 7 Apêndice

Tabela 6 – Adesão de disciplinas do BCC aos tópicos gerais da área de conhecimento IAS da ACM&IEEE

Tópico	Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)			Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)		
	Tier 1	Tier 2	Eletivas	Tier 1	Tier 2	Eletivas
HCI/Foundations	0	N/A	N/A	77,78	N/A	N/A
IM/Information Management Concepts	0	0	N/A	100	100	N/A
NC/Introduction	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A
NC/Networked Applications	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A
OS/Overview of OS	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A
OS/OS Principles	28,57	N/A	N/A	28,57	N/A	N/A
PD/Parallelism Fundamentals	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A
PD/Parallel Decomposition	50	50	N/A	50	50	N/A
PD/Communication and Coordination	50	25	100	50	25	100
PD/Parallel Architecture	100	100	25	100	100	25
PL/Object-Oriented Programming	100	100	N/A	100	100	N/A
AR/Assembly Level Machine Organization	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
AR/Memory System Organization and Architecture	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
AR/Multiprocessing and Alternative Architectures	N/A	N/A	20	N/A	N/A	20
HCI/Human Factors and Security	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
IM/Distributed Databases	N/A	N/A	12,5	N/A	N/A	37,5
IM/Transaction Processing	N/A	N/A	0	N/A	N/A	100
IS/Reasoning Under Uncertainty	N/A	N/A	50	N/A	N/A	91,67
NC/Local Area Networks	N/A	60	N/A	N/A	60	N/A
NC/Mobility	N/A	0	N/A	N/A	0	N/A
NC/Reliable Data Delivery	N/A	75	N/A	N/A	75	N/A
NC/Resource Allocation	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A

Continuação na próxima página

Tabela6 – continuação da página anterior

Tópico	Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)			Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)		
	Tier 1	Tier 2	Eletivas	Tier 1	Tier 2	Eletivas
NC/Routing and Forwarding	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
OS/Concurrency	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
OS/Device Management	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
OS/Fault Tolerance	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
OS/File Systems	N/A	N/A	12,5	N/A	N/A	37,5
OS/Memory Management	N/A	66,67	N/A	N/A	100	N/A
OS/Real Time and Embedded Systems	N/A	N/A	25	N/A	N/A	50
OS/Scheduling and Dispatch	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
OS/Security and Protection	N/A	0	N/A	N/A	20	N/A
OS/System Performance Evaluation	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
OS/Virtual Machines	N/A	N/A	14,28	N/A	N/A	14,28
PBD/Industrial Platforms	N/A	N/A	0	N/A	N/A	25
PBD/Mobile Platforms	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
PBD/Web Platforms	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
PD/Cloud Computing	N/A	N/A	6,67	N/A	N/A	6,67
PD/Distributed Systems	N/A	N/A	41,67	N/A	N/A	41,67
PL/Basic Type Systems	83,33	42,86	N/A	83,33	42,86	N/A
PL/Concurrency and Parallelism	N/A	N/A	16,67	N/A	N/A	16,67
PL/Functional Programming	100	80	N/A	100	80	N/A
PL/Language Translation and Execution	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
PL/Runtime Systems	N/A	N/A	50	N/A	N/A	75
PL/Static Analysis	N/A	N/A	0	N/A	N/A	75
PL/Type Systems	N/A	N/A	40	N/A	N/A	100
SDF/Development Methods	76,92	N/A	N/A	76,92	N/A	N/A
SDF/Fundamental Programming Concepts	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A
SE/Software Construction	N/A	42,86	16,67	N/A	42,86	16,67
SE/Software Evolution	N/A	30	N/A	N/A	80	N/A
SE/Software Processes	100	100	100	100	100	100

Continuação na próxima página

Tabela6 – continuação da página anterior

Tópico	Cobertura por disciplinas obrigatórias do BCC (%)			Cobertura por disciplinas optativas + obrigatórias do BCC (%)		
	Tier 1	Tier 2	Eletivas	Tier 1	Tier 2	Eletivas
SE/Software Project Management	N/A	42,86	23,08	N/A	71,43	38,46
SE/Software Reliability	N/A	0	0	N/A	0	0
SE/Software Verification and Validation	N/A	77,78	28,57	N/A	88,89	28,57
SE/Tools and Environments	N/A	50	N/A	N/A	83,33	N/A
SF/Cross-Layer Communications	25	N/A	N/A	25	N/A	N/A
SF/Parallelism	80	N/A	N/A	80	N/A	N/A
SF/Reliability through Redundancy	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
SF/Resource Allocation and Scheduling	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A
SF/Virtualization and Isolation	N/A	0	N/A	N/A	0	N/A
SP/Analytical Tools	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A
SP/Intellectual Property	0	N/A	0	0	N/A	0
SP/Privacy and Civil Liberties	0	N/A	0	0	N/A	0
SP/Professional Ethics	0	0	N/A	0	0	N/A
SP/Security Policies, Laws and Computer Crimes	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0
SP/Social Context	100	100	N/A	100	100	N/A