UM *FRAMEWORK* DE SUPORTE À DECISÃO PARA A ALOCAÇÃO DE BOLSAS DE MONITORIA EM BACHARELADO INTERDISCIPLINAR

Éverton Santi, Kaline Melo de Souto Viana, Patrícia Kaori Soares, Simone Batista, Filipe Martel de Magalhães Borges, Marcela Aparecida Cucci Silvestre

Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil (everton.santi@ufrn.br, kaline.viana@ufrn.br, patricia.soares@ufrn.br, simone.batista@ufrn.br, filipe.borges@ufrn.br, marcela.cucci@ufrn.br)

Resumo: Este trabalho propõe um *framework* de apoio à decisão para alocar bolsas de monitoria no curso de C&T da UFRN. A abordagem combina análise multicritério, rateio proporcional e regras de cobertura mínima para aulas práticas e componentes obrigatórios. Aplicado em 2026, o modelo apresentou resultado consistente com as demandas do curso e boa aceitação docente, proporcionando um processo prático e transparente quanto aos critérios adotados.

Palavras-chave: Educação Pública, Bolsas de Monitoria, Pesquisa Operacional, Alocação de Recursos, Análise de Decisão Multicritério

INTRODUÇÃO

O Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia (C&T) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) foi criado por meio da Resolução CONSEPE/UFRN n° 83/2008. Desde a sua criação, o curso mantém como requisito essencial e diferencial a possibilidade de o discente, a partir de uma base curricular comum, adaptar o seu percurso formativo ao longo dos semestres de acordo com seus interesses e conforme seu desempenho acadêmico. O bacharelado em C&T corresponde à primeira parte de uma formação em dois ciclos que oferece aos estudantes três percursos formativos possíveis: Formação Interdisciplinar Geral (generalista), Formação Interdisciplinar Direcionada e Formação para as Engenharias. Esses diferentes percursos possibilitam aos estudantes construírem o seu currículo de acordo com a área e a ênfase que desejam estudar no primeiro ciclo para receber, ao final, o diploma de Bacharel em Ciências e Tecnologia (ECT, 2026).

O título de Bacharel em Ciências e Tecnologia permite ao egresso escolher um caminho para sua continuidade formativa, podendo cursar, no segundo ciclo, uma Engenharia ou fazendo uma Pós-Graduação. Dentre os cursos de Engenharia possíveis, o egresso pode escolher entre Engenharia Ambiental, Biomédica, Computação, Materiais, Mecânica, Mecatrônica, Energia e Engenharia de Telecomunicações.

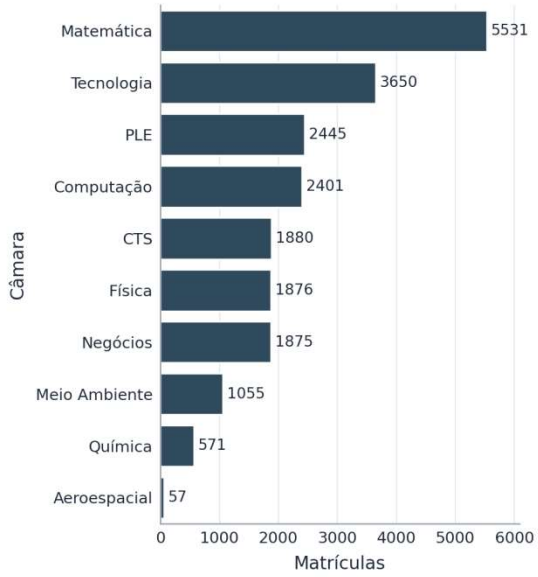
Por ser um curso de primeiro ciclo, desde a sua criação, C&T representa a maior parcela do total de matrículas anuais da UFRN para um único curso, atendendo atualmente a 2488 estudantes. Este número é representativo, em especial pelo fato de o curso ser visto como marco institucional em relação à ampliação e democratização do acesso ao Ensino Superior no país, processo este iniciado a partir do Programa Reuni (BRASIL, 2007).

Para ofertar o curso de C&T, a Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), sendo uma Unidade Acadêmica Especializada (UAE), é organizada em Câmaras Temáticas (*T*), quais sejam: Matemática, Computação, Física, Práticas de Leitura e Escrita (PLE), Tecnologia, Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Negócios Tecnológicos, Meio Ambiente, Química e Aeroespacial. Cada um dos 94 docentes efetivos da ECT está alocado a uma destas Câmaras, de acordo com sua área de conhecimento e componentes curriculares que leciona. Cada Câmara, por sua vez, é responsável pela oferta dos componentes curriculares da sua área de conhecimento.

Para suprir sua alta demanda como curso de primeiro ciclo, a ECT oferta aproximadamente 280 turmas por semestre, sendo que a maioria destas turmas tem capacidade de até 140 alunos. Esta configuração representa um enorme desafio em termos pedagógicos e operacionais, em especial para fornecer um acompanhamento adequado aos estudos e progresso dos discentes. Desde o projeto inicial do curso, portanto, foram previstas ações para concretizar objetivos considerados importantes para a permanência dos estudantes em processo de formação, até a finalização do curso. Destacam-se

neste sentido ações para a redução de evasão e da retenção, bem como a oportunidade de diminuição do tempo de formação, possibilitando, assim, a inserção deste profissional mais rapidamente no mercado de trabalho. As Figuras 1 e 2 sumarizam parte da demanda atendida pelas Câmaras Temáticas, bem como pelos componentes curriculares com maior quantidade de matrículas.

Figura 1: Matrículas em componentes curriculares obrigatórios em 2025, agregadas por Câmara Temática



Dentre estas as ações, destaca-se o Programa de Monitoria da UFRN, ação efetivada institucionalmente por meio de Projetos de Ensino. Tal ação tem como propósitos o apoio pedagógico ao discente e o desenvolvimento de competências e habilidades que proporcionam o aperfeiçoamento acadêmico e a vivência docente, incentivando monitores a esta carreira (GONÇALVES *et al.*, 2021).

Os Projetos de Monitoria (PM) envolvem docentes e discentes de graduação na condição de, respectivamente, coordenadores/orientadores e monitores. Os PM podem também ter um ou mais docentes orientadores envolvidos com os componentes curriculares previstos em sua proposta. Em um projeto, ainda, as possíveis atribuições do monitor incluem: (a) participar do planejamento do componente curricular relacionado ao projeto de ensino; (b) executar, sob a orientação do docente, as atividades pedagógicas previstas no Projeto de Ensino; (c) participar do Encontro Integrado dos Programas de Ensino (EIPE) e (d) destinar parte de sua carga horária semanal para as atividades de atendimento aos discentes matriculados nos componentes curriculares atendidos pelo projeto.

Atualmente, a ECT conta com um total de 80 bolsas de monitoria, além de monitores voluntários, atuando em diferentes projetos que servem a 33 diferentes componentes curriculares. Em 2025, por exemplo, os projetos atenderam a 259 turmas e registraram um total de 902 atendimentos, somente para supervisões individuais na Sala de Monitoria. Além dos grandes números em relação aos atendimentos da monitoria, a ECT se destaca também perante aos demais cursos da UFRN pelo desenvolvimento e uso da Plataforma Magna (BANDEIRA, 2024). A ferramenta foi criada em 2024 por uma equipe de servidores para agilizar o agendamento de sessões de atendimento, tanto presenciais quanto remotas. A ferramenta permite ainda o registro de tópicos de dúvidas, possibilitando aos docentes observarem para quais tópicos de cada componente curricular os discentes apresentam maior dificuldade de acompanhamento. Dada sua relevância, O Magna passou também a ser utilizado por outros cursos de graduação da UFRN.

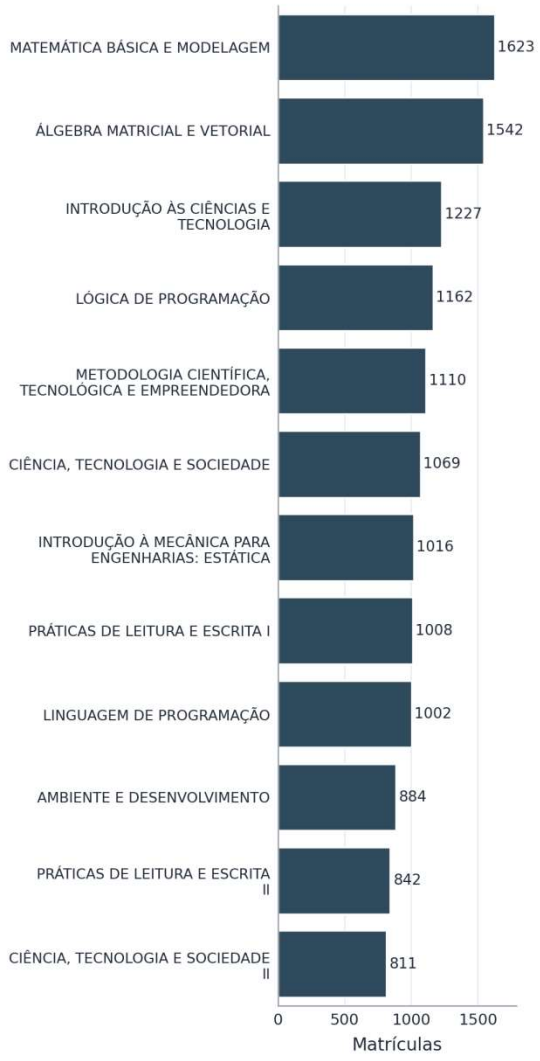
Embora avanços institucionais sejam percebidos em relação aos PM, bem como em seus processos no contexto da ECT, a distribuição das cotas de bolsas a cada início de período letivo ainda se apresenta como um desafio. Cabe ao gestor ponderar quais projetos e componentes curriculares apresentam maior necessidade por este tipo de suporte. Apesar da complexidade desta tarefa de decisão, até a realização deste trabalho, este processo era realizado de forma manual, mostrando-se oneroso. Tal complexidade se deve tanto pela necessidade de se quantificar o total de bolsas a ser distribuída a cada projeto, quanto pelo volume de projetos e bolsas a serem consideradas. As 80 bolsas disponíveis atualmente são insuficientes para atender a todos os pedidos feitos pelos coordenadores de projeto.

Para reduzir a complexidade deste processo decisório, propõe-se neste trabalho uma abordagem híbrida, apresentada como um *framework* de suporte à decisão para a alocação de bolsas de monitoria. Tal abordagem integra a priorização de cada componente curricular c ($c \in C$), representada pelo Índice de Prioridade (IP_c). Tal índice representa o quão necessária é a presença de monitores para cada componente curricular c à luz de diferentes critérios, os quais representam aspectos operacionais, pedagógicos e curriculares. Além da alocação guiada pelo IP_c, outros dois processos de alocação são propostos neste *framework* com o objetivo de garantir o mínimo suporte pedagógico e operacional aos componentes curriculares com carga horária prática, além dos componentes cuja conclusão é obrigatória no eixo de formação generalista dentro de C&T.

O *framework* proposto é baseado na Análise de Decisão Multicritério (ADM), uma abordagem

reconhecida na literatura para a modelagem de cenários complexos, para os quais há inúmeros casos de aplicação na resolução de tarefas de avaliação, seleção e priorização de alternativas à luz de múltiplos critérios. Estes critérios, em geral, apresentam natureza conflitante (ALSHAKHATREH et al., 2024).

Figura 2: Componentes curriculares com maior número de matrículas em 2025, limitado a 12



Em complemento ao uso de ADM, considera-se também neste *framework* um problema de divisão proporcional discreta, formulado como um problema de rateio, garantindo rigor, consistência e equidade na alocação de recursos (bolsas) (BALINSKI; YOUNG, 1982; PUKELSHEIM, 2014). A combinação de ambas as abordagens no *framework* proposto figura como contribuição em um contexto da tomada de decisão institucional, pois permite sua aplicação a um cenário real. A solução completa gerada neste trabalho tem grande impacto na rotina da gestão, pois resulta em uma sugestão de alocação viável a partir do total de bolsas disponíveis e dados operacionais do curso. Diferentemente, muitos dos trabalhos encontrados na literatura relacionada à ADM focam na ordenação das alternativas disponíveis (KALOUTSA *et al*., 2025; MARDANI *et al*., 2015; GEBRE *et al*., 2021).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os critérios propostos neste trabalho para a alocação de bolsas de monitoria são fruto de ampla discussão junto à Comissão de Bolsas de Monitoria da ECT/UFRN, composta por representantes docentes de diferentes Câmaras Temáticas, pela Direção e pela Coordenação do Curso. Esta Comissão foi formada exclusivamente para estabelecer tais critérios e assessorar a Direção no processo de alocação das bolsas.

Para organizar o fluxo de trabalho da Comissão e o desenvolvimento do *framework*, as etapas da Metodologia de Pesquisa para Pesquisa Operacional (WAGNER, 1986) foram consideradas. Buscou-se, em um primeiro momento, compreender o problema real de alocação a ser resolvido, a partir do qual uma formulação matemática foi proposta. Como etapas seguintes, o resultado obtido a partir da formulação foi aplicado e validado em contexto real, visando à distribuição de bolsas de monitoria para o período letivo de 2026. As discussões da Comissão, além da proposição do *framework*, levaram a ajustes em sua formulação com a finalidade de alinhar expectativas e necessidades das diferentes Câmaras Temáticas. Por fim, destaca-se que houve consenso sobre a formulação que é apresentada nesta seção, bem como sobre os resultados para ela, os quais serão apresentados na seção que segue.

Uma vez que a Comissão foi também encarregada, em um segundo momento, de realizar a distribuição das bolsas, um algoritmo foi codificado para aplicar o modelo formulado. No modelo proposto, primeiramente, são alocadas cotas para suprir as demandas mínimas previstas, como a presença de monitores em horários de aulas práticas e a designação de pelo menos um monitor para cada componente curricular obrigatório no âmbito do curso generalista.

Após o atendimento dessa demanda mínima, realiza-se a distribuição das demais cotas entre todos os componentes curriculares. Nesse processo são priorizados os componentes cuja necessidade de suporte às atividades de ensino é mais evidente, seja em razão de carga horária alta, número elevado de matrículas ou quantidade reduzida de professores que atendem aquele componente com base em sua filiação às diferentes Câmaras Temáticas. A importância de cada componente em relação ao currículo do curso também é considerada nesta priorização.

Desta forma, o algoritmo é composto por três etapas principais: (1) alocação de bolsistas às aulas práticas, (2) alocação de uma cota de bolsa para cada componente curricular obrigatório da grade generalista e (3) distribuição das cotas restantes por meio do método do Maior Resto (*Largest Remainder Method – LRM*) (BALINSKI & YOUNG, 1982; PUKELSHIEM, 2017) com base na prioridade de cada componente curricular. Este método é amplamente utilizado em problemas de alocação proporcional discreta, como, por exemplo, na distribuição de cadeiras em sistemas eleitorais.

Para formular o algoritmo proposto, considera-se a notação apresentada no ANEXO I. As etapas do método proposto são apresentadas a seguir.

Etapa 1

A alocação de monitores às aulas práticas é considerada prioritária neste *framework*, dado que essas aulas são, muitas vezes, realizadas em ambientes controlados, como laboratórios, e necessitam de maior supervisão para a realização de atividades e experimentos. Apesar de muitos laboratórios contarem com servidores Técnicos, a grande quantidade de alunos ainda pode ser um fator limitante para certas práticas.

Portanto, a quantidade x_c de monitores designados a um componente curricular c para a cobertura de suas aulas práticas é dada por

$$x_c = \left\lceil \frac{CHP_c}{M} \right\rceil \qquad (1)$$

Em que CHP_c representa o total de carga horária prática anual do componente curricular c, enquanto que M representa o total de horas que um monitor poderá atuar em sala de aula neste mesmo período. O teto em (1) garante a cobertura mínima de todas as aulas práticas, uma vez que haja bolsas suficientes para tal, enquanto que um ajuste adequado do valor do parâmetro M, abaixo da carga horária máxima da monitoria, assegura disponibilidade para outras atividades previstas no PM.

Etapa 2

A segunda etapa do modelo proposto busca atribuir uma cota de bolsa para cada componente curricular obrigatório c ($c \in C_o$) do curso generalista:

$$y_c = \begin{cases} 1, \text{se } c \in C_o \\ 0, \text{ C.C.} \end{cases} \qquad (2)$$

Nesta etapa, o modelo assume que todo componente curricular obrigatório do eixo generalista pode comprometer a progressão discente no curso em caso de insucesso e, portanto, fornecer nível mínimo de suporte seria desejável. Deve haver bolsas suficientes para que esta etapa possa ser executada.

Etapa 3

Concluídas as Etapas 1 e 2, dado B como a quantidade de bolsas disponíveis para a ECT, calcula-se a quantidade de cotas remanescentes B_{rem} para distribuição:

$$B_{rem} = B - \sum_{c \in C} [x_c + y_c] \qquad (3)$$

Destaca-se que esta etapa só é viável de aplicação se a quantidade de cotas disponíveis para distribuição for estritamente maior que a demanda por bolsas em relação ao resultado calculado para as Etapas 1 e 2. Isto é:

$$B > \sum_{c \in C} [x_c + y_c] \qquad (4)$$

A viabilidade da condição apresentada em (4) é necessária para assegurar o atendimento das demandas mínimas de suporte pedagógico.

Nesta última etapa, cada componente curricular c é representado pelo seu Índice de Prioridade (IP_c). O índice quantifica o quão desejável é a atuação de monitores em um componente curricular com base em sua demanda e importância estratégica dentro da trilha de formação do curso como um todo, além de ponderar a força de trabalho docente disponível para este componente.

O problema de se calcular a prioridade a ser atribuída a um componente curricular c pode ser modelado como um problema de Análise de Decisão Multicritério (ADM). Nesse tipo de problema, busca-se uma decisão baseada em mais de um critério, entre os quais, geralmente, são observados conflitos (BELTON & STEWART, 2002).

Para tal, neste trabalho é sugerida uma formulação multiplicativa para compor o IP_c, visando uma representação agregada da interação entre os diferentes critérios considerados nesta análise. Tal agregação é consistente com modelos de utilidade multiatributo, os quais permitem capturar estas interações entre critérios (KEENEY & RAIFA, 1976).

A formulação sugerida para o IP_c considera os critérios de maximização:

- Demanda por vagas em um componente curricular c, representado pela proporção de matrículas p_c^{MAT}.
- Demanda de carga horária teórica gerada por todas as turmas de cada componente curricular c, representada pela proporção de carga horária p_c^{CHT}. A carga horária prática é desconsiderada nesta etapa, uma vez que já foi utilizada na Etapa 1 do algoritmo.
- Importância de cada componente curricular c como pré-requisito para outros componentes, representada pela proporção

de para quantos outros componentes este é pré-requisito - p_c^{PRE}.

- Importância do componente curricular c, dada sua proporção p_c^{OBG} de para quantos cursos é obrigatório, incluindo ênfases e generalista.

Além desses, o seguinte critério de minimização é considerado:

- Disponibilidade de força de trabalho docente para atender às aulas de cada componente curricular c, representada pela proporção da força de trabalho p_c^{PROF}.

A partir dos parâmetros definidos, o IP_c é formulado como:

$$IP_c = \frac{p_c^{CHT} \times p_c^{MAT} \times (1+p_c^{OBG}) \times (1+p_c^{PRE})}{p_c^{PROF}} \qquad (5)$$

e normalizado de acordo com:

$$p_c = \frac{IP_c}{\sum_{j \in C} IP_j} \qquad (6)$$

O índice em (5) prioriza componentes que simultaneamente apresentem alta demanda, elevada carga horária e importância estrutural dentro do curso e que, possivelmente, estejam com reduzido corpo docente apto a ministrá-lo. A formulação do IP_c é também não-compensatória. Isto é, por sua natureza multiplicativa, um valor elevado em um critério jamais compensará um valor muito baixo em outro, pois este segundo terá efeito de penalidade no resultado agregado.

A partir da normalização do Índice de Prioridade, o total de cotas para cada componente curricular c pode ser calculado como:

$$z_c = \lfloor B_{rem} \times p_c \rfloor \qquad (7)$$

O resíduo desta alocação para cada componente c é dado por:

$$r_c = B_{rem} \times p_c - z_c \qquad (8).$$

A soma de todos os resíduos observados representa o total de bolsas residuais, denotado por B_{res}, ainda disponíveis para alocação após a distribuição feita em (7). Seja $\mathcal{R} \subseteq C_o$ o conjunto dos B_{res} componentes curriculares obrigatórios c com maiores resíduos r_c, aloca-se uma cota adicional para cada componente pertencente a $\mathcal{R}$:

$$w_c = \begin{cases} 1, & \text{se } c \in \mathcal{R}, \\ 0, & C.C. \end{cases} \qquad (9)$$

Durante o processo de distribuição de cotas, pode-se calcular o total de bolsas atribuídas a cada componente curricular como:

$$b_c = x_c + y_c + z_c + w_c \qquad (10)$$

Apesar de o cálculo da distribuição de cotas ser realizado com base em componentes curriculares, o gestor responsável por essa distribuição poderá considerar informar esse resultado também de maneira agregada. Pode-se calcular a soma dos componentes relacionados a um projeto específico, bem como a soma das cotas de todos os componentes curriculares c sob responsabilidade de uma Câmara Temática t, como:

$$b_t = \sum_{c \in C_t} b_c \qquad (11)$$

Neste último caso, a Câmara poderá reajustar sua distribuição de forma interna, visando uma melhor distribuição com base em sua experiência.

Para facilitar a aplicação da abordagem proposta, um programa de computador foi codificado em Python (PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2026) por meio do ambiente do Google Colab (GOOGLE, 2026), ambiente integrado de programação em nuvem que facilita o trabalho colaborativo. A criação deste programa se mostrou necessária, especialmente para tratar de forma automática o grande volume de dados oriundos do Sistema de Gestão das Atividades Acadêmicas (SIGAA) que o modelo consome. A partir do código criado foi também possível visualizar os dados da demanda extraídos do sistema, podendo-se verificar a coerência dos resultados em relação a esses dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O algoritmo proposto neste *framework* para a distribuição de bolsas de monitoria foi aplicado ao início do semestre letivo 2026.1 no contexto da ECT/UFRN. Na ocasião, 80 bolsas de monitoria foram concedidas para distribuição entre os diversos projetos aptos a recebê-las. Ao todo, as 10 Câmaras Temáticas da ECT/UFRN estavam aptas a participar da distribuição (Tabela 1) por meio de seus respectivos componentes curriculares.

Tabela 1: Câmaras Temáticas

Câmara	Matrículas	Turmas	CH	Prof.
Matemática	5531	76	4920	19
Computação	2401	116	3480	16
Física	1876	76	2670	12
PLE	2445	33	990	6
Tecnologia	3650	119	2880	14
CTS	1880	26	780	5
Negócios	1875	25	1140	7
M. Ambiente	1055	15	900	6
Química	571	31	1170	6
Aeroespacial	57	6	360	6

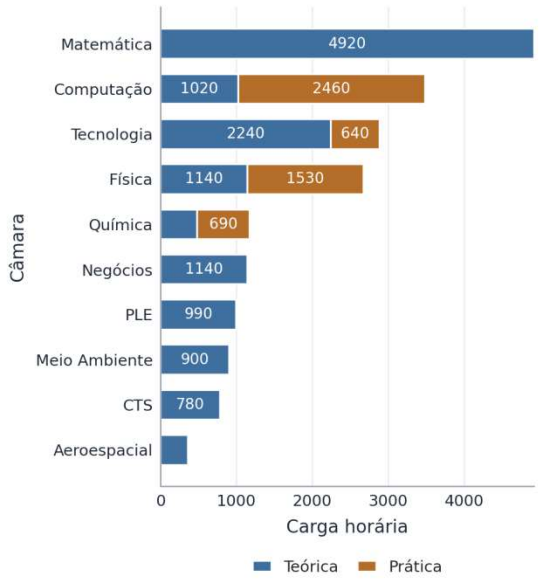
Estrategicamente, 5% dessas cotas foram reservadas à Direção para eventuais ajustes na distribuição final. Logo, o total de bolsas alocadas pelo algoritmo foi de $B = 76$, para um total de 53 componentes

curriculares, dos quais 23 são obrigatórios para o currículo generalista ($|C_o| = 23$). Destaca-se que apesar de a Direção ter recebido autonomia para alocar 4 bolsas, considerando sua reserva estratégica, esta optou por também consultar a Comissão de Bolsas para realizar o ajuste final na distribuição. Esta postura demonstrou total abertura e flexibilidade para atender às demandas apresentadas pelas diferentes Câmaras Temáticas.

Quanto aos dados históricos da demanda utilizados como entrada para o modelo, a Comissão optou por considerar os dados dos semestres letivos de 2025.1 e 2025.2. Esses dados estão sumarizados na Tabela 1, assim como nas Figuras 1 e 2, já apresentadas na Introdução, e nas Figuras 3 e 4. Os dados apresentados nestas Figuras são relacionados a todas as turmas ofertadas.

A carga horária máxima anual para um monitor atuar em sala de aula foi fixada em $M = 480$. Esse valor representa, em termos práticos, 16 horas/aula semanais em sala de aula e/ou laboratórios. No máximo, esse limite poderia ser fixado em $M = 600$, porém implicaria em indisponibilidade do monitor para exercer qualquer outra demanda relacionada ao seu projeto. Os demais dados necessários à aplicação do algoritmo, como grades curriculares e informações relacionadas, foram fornecidos pelos membros da Comissão e a partir de consultas a documentos institucionais.

Figura 3: Carga horária de componentes obrigatórios, por Câmara Temática, nos períodos 2025.1 e 2025.2.



A partir da análise dos dados obtidos, pode-se constatar a elevada demanda para atender aos discentes, totalizando 21.134 matrículas, 523 turmas e 19.290 horas de ensino no ano letivo de 2025. Esses totais desconsideram, ainda, componentes curriculares optativos, não elegíveis para cotas de acordo com a deliberação da Comissão.

Observa-se ainda heterogeneidade entre as Câmaras Temáticas: a Matemática concentra a maior demanda absoluta, com 5.531 matrículas e 4920 horas, enquanto que a Aeroespacial apresenta valores muito inferiores (57 matrículas e 360 horas). Também se observam Câmaras com menor carga horária e menor número de matrículas em relação à Matemática, porém com elevado número de turmas, como Computação e Tecnologia. A quantidade de professores pertencentes a cada Câmara também é heterogênea. Destaca-se que os professores substitutos não foram listados nesta contagem, nem considerados para efeito de alocação de bolsas. Sua inclusão nos dados do modelo poderá ser feita no futuro, a fim de refletir de forma mais adequada a força de trabalho disponível para atender à demanda.

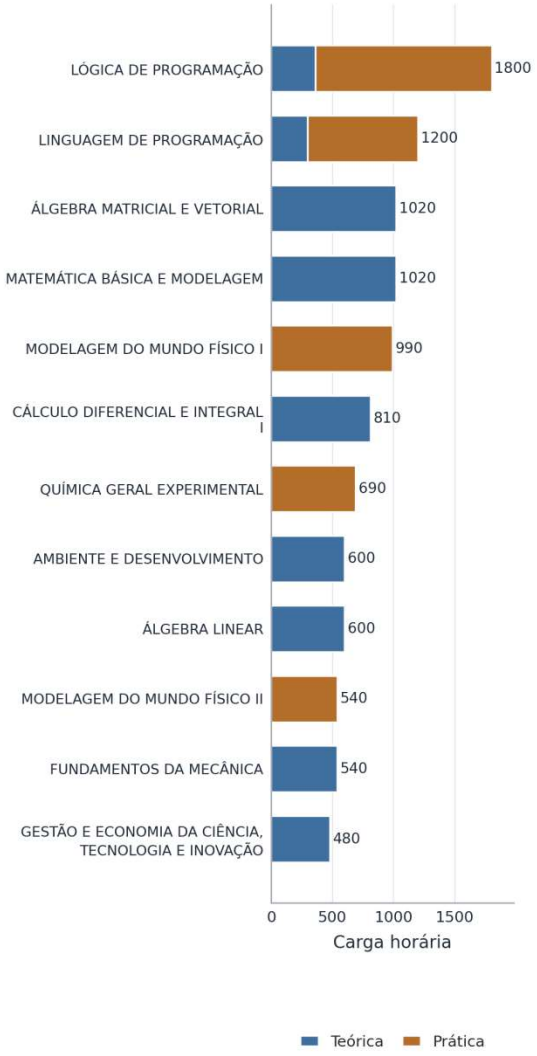
A Figura 5, por sua vez, sugere que as câmaras não se destacam de maneira uniforme em todos os critérios adotados no método proposto. Por exemplo, Matemática apresenta valores elevados em número de matrículas, carga horária e pré-requisitos, enquanto PLE e CTS se destacam por seus componentes serem todos obrigatórios. Esse aspecto reforça a natureza multiatributo da modelagem: a alocação final não pode depender exclusivamente do volume de matrículas, mas também de uma composição de fatores estruturais e curriculares. Os Índices de Prioridade calculados para cada Câmara Temática são mostrados na Tabela 2.

As Figuras 6 e 7 mostram ainda a distribuição final das 76 bolsas, sendo 16 alocações feitas em razão da carga horária prática dos componentes, 23 alocações pelo requisito de obrigatoriedade curricular e 37 alocações com base no IP_c. Essa decomposição é central para a interpretação do resultado: a parcela obrigatória garante um piso acadêmico para componentes curriculares obrigatórios, enquanto a parcela alocada em razão da carga horária prática garante a mínima viabilidade dessas atividades.

Por fim, a parcela alocada com base no IP_c busca equilibrar a oferta de monitoria a partir da demanda e recursos disponíveis, condicionados ao impacto dos componentes curriculares no caminho de formação do aluno. Sendo o curso de C&T majoritariamente de exatas, o resultado observado a partir do modelo é coerente ao priorizar áreas como a Matemática, Computação e Física, pois essas representam a maior parte do currículo.

Apesar desta priorização, outras câmaras, como a de Práticas de Leitura e Escrita e a de Ciência, Tecnologia e Sociedade, cujo nível de demanda é alto, não são negligenciadas no resultado final, obtendo uma quantidade de bolsas próxima da Física e maior que a da Química, por exemplo.

Figura 4: Componentes curriculares de maior carga horária nos períodos 2025.1 e 2025.2, limitado a 12.



Outro aspecto a ser notado no resultado do modelo é que câmaras como as de Meio Ambiente e Química receberam 5 bolsas cada, enquanto que a Aeroespacial, com baixos índices de demanda e falta de componentes obrigatórios no ciclo generalista, não recebeu alocações. Isso reforça a coerência observada entre os resultados e a demanda.

Buscando compreender de forma mais clara os resultados discutidos, foi conduzida uma análise de correlação de Spearman para dados agregados em relação às 10 Câmaras Temáticas (Tabela 3) e ao total de bolsas concedidas a cada uma dessas. As maiores correlações são observadas para o total de matriculados de cada câmara ($\rho = 0{,}856$; $p = 0{,}0016$) e em relação ao total de componentes obrigatórios do curso generalista ($\rho = 0{,}832$; $p = 0{,}0029$), seguidas pelo total de turmas ofertadas pela câmara ($\rho = 0{,}764$; $p = 0{,}0101$) e pelo total da carga horária ministrada ao longo do ano de 2025 ($\rho = 0{,}728$; $p = 0{,}0170$). A quantidade total de professores em uma Câmara Temática apresentou também uma correlação positiva ($\rho = 0{,}653$; $p = 0{,}0406$) em relação ao total de bolsas concedidas, o que sugere que o fato de haver menos docentes não é suficiente, de forma isolada, para elevar o número de bolsas, considerando a formulação do IP_c e o algoritmo como um todo. Nesse sentido, pode-se considerar a hipótese de que, para as câmaras, outros fatores são mais relevantes para garantir bolsas e que o total de docentes tenha alguma correlação positiva com a demanda. Isto sugere, talvez, que o total de docentes possa ser desconsiderado em versões futuras. No entanto, um estudo mais aprofundado dos dados é recomendado para tal.

Figura 5: Índices de Proporção agregados por Câmara Temática

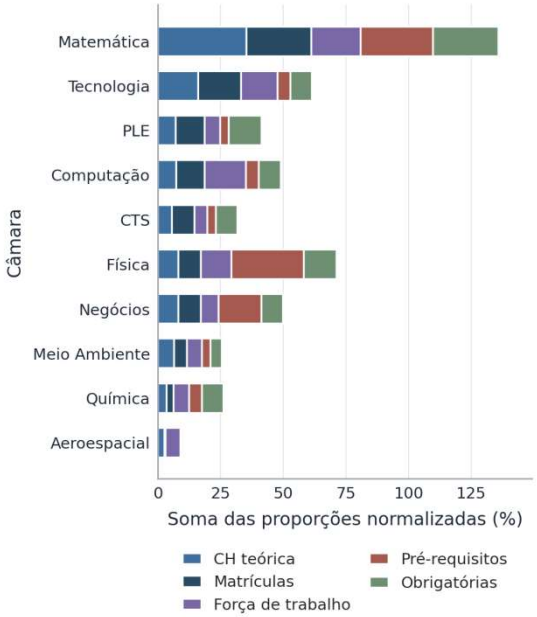


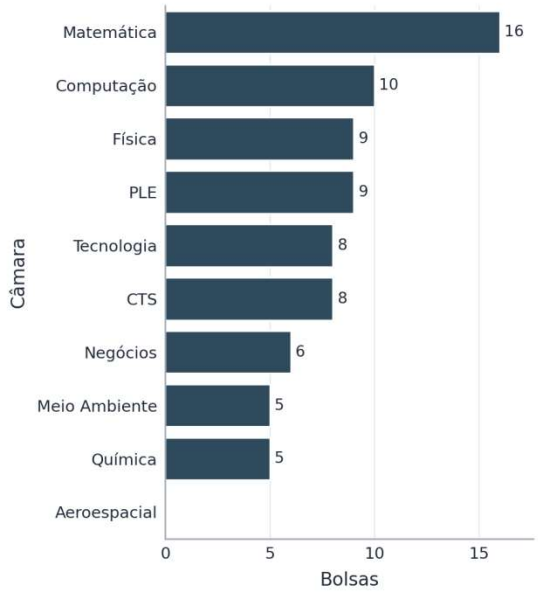
Tabela 2: Índices de Prioridade Por Câmara Temática

Câmara	IP Câmara
Matemática	0,28
Computação	0,05
Física	0,02
PLE	0,16
CTS	0,16
Tecnologia	0,08
Negócios	0,11
Meio Ambiente	0,10
Química	0,04
Aeroespacial	0,00

Para a quantidade de componentes que são pré-requisitos em cada câmara, há também uma associação positiva ($\rho = 0{,}569$; $p = 0{,}0859$), indicando tendência de relação direta, porém com evidência estatística inconclusiva. O mesmo ocorre

para o total de componentes obrigatórios em ênfases ($\rho = 0{,}491$; $p = 0{,}1498$).

Figura 6. Bolsas totais concedidas, agregadas por Câmara Temática



Em conjunto, os resultados desta análise sugerem que câmaras com maior porte acadêmico/operacional tendem a concentrar mais bolsas, com evidência mais robusta para o total de matriculados, componentes obrigatórios, quantidade de turmas, carga horária total e maior quantidade de professores. Ainda assim, essas conclusões devem ser interpretadas como exploratórias, já que o tamanho da amostra é pequeno (n=10). É importante notar que a correlação de Spearman mede a associação monotônica, não a causalidade. As correlações, por sua vez, são bivariadas e não permitem o isolamento dos efeitos de preditores possivelmente colineares.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um *framework* de suporte à decisão para a alocação de bolsas de monitoria no Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia da UFRN. A aplicação do modelo permitiu a automação do processo de distribuição, transformando-o em um procedimento sistemático e de fácil auditoria, além de prático.

A cobertura mínima prevista às atividades práticas garante que aulas em ambientes controlados tenham sempre um nível adicional de suporte. Por sua vez, a cobertura mínima para componentes curriculares obrigatórios garante que nenhum componente cujo insucesso possa atrasar o discente em sua formação fique desassistido. Por fim, a aplicação do Índice de Prioridade permite alocar as demais bolsas para componentes em que a demanda por monitores e a importância dos componentes são percebidas com maior destaque.

A solução gerada pelo modelo de alocação foi validada pela Comissão encarregada da distribuição das bolsas, apresentando elevado nível de aceitação entre os membros e os docentes do curso para o período letivo iniciado em 2026. Áreas com maior volume de matrículas, carga horária e maior relevância curricular receberam a maior parcela das bolsas. No entanto, câmaras menores não foram negligenciadas no resultado, em especial pela natureza prática de alguns de seus componentes, bem como obrigatoriedade na grade curricular e contribuição significativa na demanda geral do curso.

A continuidade deste trabalho inclui o desenvolvimento de um aplicativo para Internet para facilitar o uso do *framework*. O código atual funciona a partir de arquivos exportados via SIGAA, além de planilhas fornecidas pela Comissão de Bolsas de Monitoria para representar a estrutura do curso. Porém, é possível projetar este novo sistema com base em Sistemas de Gestão de Bancos de Dados e comunicação direta com o sistema da universidade para o consumo de dados. Este sistema poderá facilitar ainda mais o trabalho dos gestores, uma vez que estes não dependerão de conhecimento técnico de programação para seu uso. Melhorias no modelo de alocação de bolsas também são consideradas, demandando um estudo complementar mais aprofundado acerca dos dados acadêmicos e operacionais da ECT.

Figura 7: Bolsas concedidas, por Câmara Temática e tipo

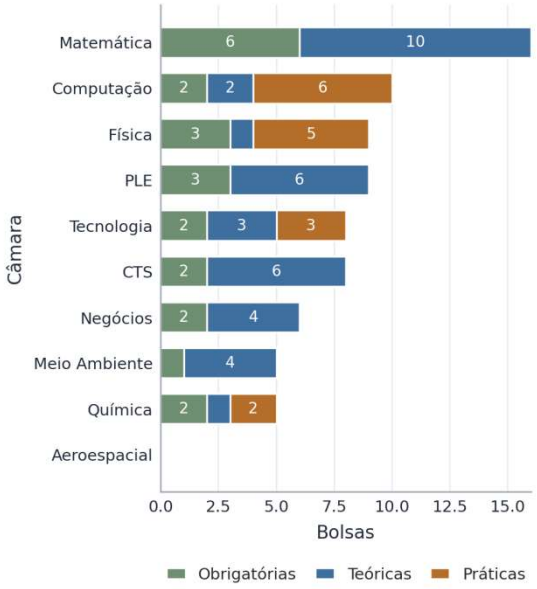
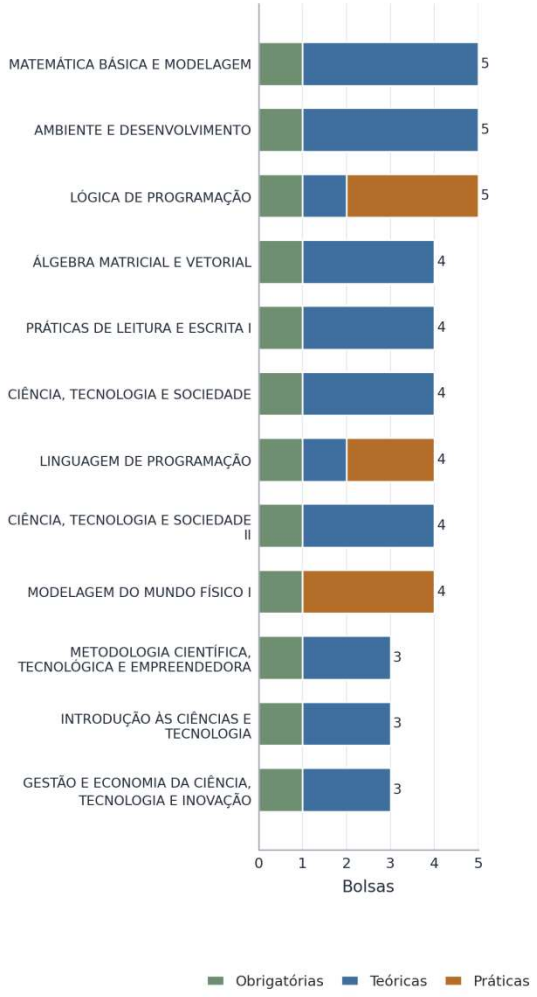


Tabela 3: Correlação de Spearman para $n = 10$ e $IC = 95\%$ (Câmaras Temáticas)

Variável	ρ	p	inf	sup
Matriculados	0,856	0,001	0,362	1,000
Obg. Gen.	0,831	0,002	0,418	1,000
Turmas	0,763	0,010	0,219	0,990
Total CH	0,727	0,017	0,105	0,987
Qtde. Prof.	0,653	0,040	0,047	0,986
Obg. Ênfases	0,490	0,149	-0,226	0,937
Pré-Requisitos	0,569	0,085	-0,226	0,937

Figura 8: Bolsas concedidas, por componente curricular e tipo (limitado a 12)



REFERÊNCIAS

ALSHAKHATREH, I., THIOMBIANO, D., AL-MAJALI, S. Literature review on multi-criteria analysis and its applications in educational systems. *Journal of Operations Intelligence, https://doi.org/10.31181/jopi21202428*, 2024.

BALINSKI, M., YOUNG, H. P. Fair representation: meeting the ideal of one man, one vote. New Haven: Yale University Press, 1982.

BANDEIRA, G. R. de O, GOMES, MELO, F. de; VIANA, K. M. de S., DA SILVA, R. dos P. S. Magna | Sistema de Monitoria: certificado de registro de programa de computador. Titular: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Processo nº: BR 51 2024 000696-6. [S. l.]: INPI, 12 mar. 2024.

BELTON, V., STEWART, T. J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002.

BRASIL. Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 abr. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm. Acesso em: 8 maio 2026.

ECT. Escola de Ciências e Tecnologia. Disponível em https://www.ect.ufrn.br. Acesso em 05 de maio de 2026.

GEBRE, S. L., RAMACHANDRAN, M., SUNDARAM, S. Multi-criteria decision-making methods to address allocation problems: a systematic review. *International Soil and Water Conservation Research*, v. 9, n. 3, p. 472–487, 2021.

GONÇALVES, M. F., GONÇALVES, A. M., F., FIUZA, B., GONÇALVES, I. M., FREIRE, V. C. C.. A importância da monitoria acadêmica no ensino superior. *Práticas Educativas, Memórias e Oralidades - Rev. Pemo*, v. 3, n. 1, p. e313757, 2021. DOI: 10.47149/pemo.v3i1.3757, 2021.

GOOGLE. Google Colaboratory. Disponível em: https://colab.research.google.com/. Acesso em: 22 abr. 2026.

KALOUTSA, M., KABASSI, K., MARTINIZ A. Evaluating the Sustainable Development Goals in higher education institutions using Multi-Criteria Decision Making/Analysis: calculating the weights of criteria with the Analytic Hierarchy Process. Sustainability: Science, Practice and Policy, v. 1, https://doi.org/10.1080/15487733.2025.2475592, 2025.

KEENEY, R. L.. RAIFFA, H. Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs. New York: John Wiley & Sons, 1976.

PUKELSHEIM, F. Quota methods of apportionment: divide and rank. In: PUKELSHEIM, F. Proportional representation: apportionment methods and their applications. Cham: Springer,

2017. cap. 5. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-64707-4_5

MARDANI, A., JUSOH, A., NOR, K. M. D., KHALIFAH, Z., ZAKWAN, N., VALIPOUR, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, v. 28, n. 1, p. 516–571, DOI: 10.1080/1331677X.2015.1075139. 2015.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. Python programming language. Disponível em: https://www.python.org/. Acesso em: 22 abr. 2026.

WAGNER, HARVEY M. Pesquisa operacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall. p. 851 ISBN 85-7054-020-5, 1986.

ANEXO I - NOTAÇÃO

Conjuntos

C - Componentes curriculares;

$C_o \in C$ - Componentes curriculares obrigatórios

T - Câmaras Temáticas;

$C_t \in C$ - Componentes curriculares sob responsabilidade da Câmara Temática t.

Parâmetros

$p_c^{CHT} \in [0,1]$ - Percentual de carga horária teórica demandada por todas as turmas do componente c em relação ao período de referência;

$p_c^{MAT} \in [0,1]$ - Percentual de matriculados no componente c em relação do total de matrículas durante o período de referência;

$p_c^{OBG} \in [0,1]$- Percentual indicando para quantos cursos dentre generalista e ênfases o componente c é obrigatório;

$p_c^{PROF} \in [0,1]$ - Percentual da força de trabalho disponível para atender ao componente c considerando sua Câmara Temática;

CHP_c - Carga horária prática total demandada pelo componente curricular c considerando todas as suas turmas;

M - Carga horária máxima anual do monitor em atividades em sala de aula;

B - Bolsas disponíveis para distribuição;

Variáveis

$x_c \in N$ - Total de bolsas alocadas ao componente c em função de sua carga horária prática;

$y_c \in \{0,1\}$ – Bolsa alocada ao componente c em razão de sua obrigatoriedade na grade curricular generalista;

B_{rem} – Bolsas remanescente para alocação na Etapa 3 do algoritmo

$z_c \in N$ - Total de bolsas alocadas ao componente c em função de sua prioridade;

B_{res}- Bolsas residuais;

r_c - Resíduo de alocação com base na prioridade do componente c;

$w_c \in \{0,1\}$ – Bolsa residual alocada ao componente c.

$b_c \in N$ – Total de bolsas de monitoria alocadas a um componente curricular c

$b_t \in N$ – Total de bolsas de monitoria alocadas a uma Câmara Temática t