

Um Sistema Abrangente de Avaliação para Projetos Capstone

Rafael Corsi Ferrao¹, Luciano Soares¹

¹ Engenharia da Computação - Insper
Rua Quata 300 – São Paulo – SP – Brazil

Abstract. *Undergraduate Thesis constitute effective learning environments that, in addition to assessing technical competencies, also encompass professional skills such as communication, organization, and teamwork. In these projects, students take on the responsibility of designing and prototyping solutions for complex challenges. One of the approaches adopted is the Capstone model, characterized by collaboration with external partners. The Capstone program at Insper is presented here, along with a retrospective analysis of the results obtained from 2024-1 to 2025-1. Two central features of this process stand out: the systematic use of rubrics and the recognition of each student's individual contributions. The analysis highlights the evolution of the evaluations across cycles, revealing relevant trends for understanding student progress and providing insights for improving the assessment process in Capstone projects.*

Resumo. *Os projetos de conclusão de curso configuram ambientes efetivos de aprendizagem que, além de avaliarem competências técnicas, também contemplam habilidades profissionais, como comunicação, organização e trabalho em equipe. Neles, os estudantes assumem a responsabilidade de conceber e prototipar soluções para desafios complexos. Uma das abordagens adotadas é o modelo Capstone, caracterizado pela colaboração com parceiros externos. O Capstone do Insper é apresentado, acompanhado de uma análise retrospectiva dos resultados obtidos nos ciclos de 2024-1 a 2025-1. Duas características centrais desse processo se destacam: o uso sistemático de rubricas em todas as entregas e o reconhecimento das contribuições individuais dos estudantes. A análise evidencia a evolução das avaliações ao longo dos ciclos, revelando tendências relevantes para compreender o progresso dos estudantes e oferecendo subsídios para o aprimoramento do processo avaliativo em projetos Capstone.*

1. Introdução

Uma disciplina no formato de Capstone normalmente exige que os estudantes concebam e implementem um projeto complexo na etapa final de seu curso. Esse projeto funciona como um marco acadêmico e intelectual abrangente, demonstrando a prontidão dos estudantes para a prática profissional. Esses projetos costumam representar o primeiro grande trabalho realizado sem as restrições de um tema predefinido [Tenhunen et al. 2023]. Além disso, muitas instituições estabelecem parcerias com parceiros externos para oferecer oportunidades realistas de projeto, aproximando os estudantes das demandas do mercado de trabalho [N and Gangadhar 2018]. Para apoiar a execução bem-sucedida desses projetos, cada grupo geralmente conta com um orientador responsável por acompanhar a equipe, manter uma relação construtiva com a organização parceira, responder dúvidas técnicas e não técnicas, revisar a documentação e participar do processo avaliativo [Paretti et al. 2013].

Dada a complexidade dos projetos de Capstone e a natureza colaborativa do trabalho em equipe, o processo de avaliação é apontado como um dos aspectos mais desafiadores na gestão desse tipo de componente curricular. A literatura indica que avaliações individuais contínuas são essenciais para a condução eficaz do projeto, pois permitem monitorar o progresso e a contribuição de cada estudante, ao mesmo tempo em que sustentam mecanismos de motivação intrínseca e extrínseca. Embora a autonomia na escolha do tema possa aumentar o engajamento inicial, a motivação ao longo do programa depende de retorno frequente e de estruturas que reconheçam o esforço individual [Bessette et al. 2014].

Neste estudo, será apresentada a abordagem de avaliação adotada no Insper na qual, ao longo do desenvolvimento do projeto, os estudantes são avaliados individualmente em diferentes dimensões, permitindo acompanhar sua evolução, identificar dificuldades e garantir uma participação equitativa nas equipes. Apresentamos resultados obtidos em três oferecimentos recentes da disciplina, abrangendo 66 projetos e 240 alunos.

2. Trabalhos Relacionados

Programas de Capstone, também conhecidos como Senior Design Projects, constituem a experiência acadêmica culminante para estudantes, normalmente realizada em seus últimos anos de formação. Seu objetivo principal é certificar que os estudantes sejam capazes de sintetizar e aplicar, em um único projeto abrangente, os conhecimentos e habilidades adquiridos ao longo da trajetória curricular, demonstrando domínio em sua área.

Programas de Capstone são reconhecidos como essenciais para proporcionar a estudantes de graduação e pós-graduação em Computação experiências práticas valiosas e alinhadas ao mundo real [Basholli et al. 2013, Jamaluddin et al. 2013]. Funcionam como uma experiência educacional integradora e conclusiva, projetada para articular conhecimentos teóricos e habilidades práticas por meio do desenvolvimento de projetos complexos, abordagem que também tem se mostrado eficaz para aumentar a empregabilidade dos estudantes [Basholli et al. 2013, Clear et al. 2001, Shakil and Denny 2024]. Além disso, programas de capstone contribuem para o fortalecimento de competências profissionais, como liderança, alocação de tarefas, gerenciamento de tempo, responsabilização e trabalho em equipe [Basholli et al. 2013, Cecilia Bastarrica et al. 2023, Shakil and Denny 2024, Lopez et al. 2025].

Esses programas envolvem frequentemente a concepção e desenvolvimento de sistemas de software e hardware destinados a resolver problemas reais [Basholli et al. 2013, Sha 2021, Lopez et al. 2025], muitas vezes exigindo que os estudantes trabalhem em equipe para reproduzir uma dinâmica profissional do mundo real [Basholli et al. 2013, Cecilia Bastarrica et al. 2023, Nasir et al. 2025]. Os projetos geralmente duram um ou dois semestres acadêmicos [Basholli et al. 2013, Cecilia Bastarrica et al. 2023, Jamaluddin et al. 2013] e frequentemente incluem parceiros externos, o que proporciona aos estudantes uma experiência mais realista de práticas industriais e os expõe a desafios específicos das empresas, bem como a restrições econômicas, legais e regulatórias de projeto [Basholli et al. 2013, Cecilia Bastarrica et al. 2023, Goldberg et al. , Nasir et al. 2025, Paasivaara et al. 2018]. Essa interação direta com parceiros industriais é considerada altamente benéfica para a formação dos estudantes, pois reduz a lacuna entre academia e indústria, podendo até gerar oportunidades de emprego [Goldberg et al. , Jamaluddin et al. 2013, Lopez et al. 2025, Nasir et al. 2025, Paasivaara et al. 2018].

Apesar de suas vantagens, projetos de Capstone, especialmente aqueles realizados em grupo com participação da indústria, apresentam desafios relevantes para educadores [Basholli et al. 2013]. Um dos principais é a avaliação justa das contribuições individuais, dado que os instrutores nem sempre estão presentes em todas as interações da equipe [Basholli et al. 2013, Cecilia Bastarrica et al. 2023, Lopez et al. 2025]. A subjetividade da avaliação em projetos em equipe e potenciais discrepâncias entre notas atribuídas por diferentes avaliadores também são questões reconhecidas [Lopez et al. 2025].

A formação e gestão das equipes constitui outro desafio relevante, com métodos como atribuição aleatória, autoformação e alocação pelo instrutor, cada um apresentando vantagens e desvantagens específicas, como equipes desequilibradas ou insatisfação estudantil [Schuster et al. 2020, Cecilia Bastarrica et al. 2023]. Além disso, estudantes frequentemente enfrentam dificuldades em habilidades socioemocionais, incluindo trabalho em equipe, comunicação, contribuição equitativa e coordenação [Nasir et al. 2025].

3. Contexto

O programa de Capstone desenvolvido no Insper [Ferrão and Soares 2025] é multidisciplinar e abrange os cursos de engenharia e de ciência da computação dentro de uma trilha curricular seriada. Todos os projetos são propostos por parceiros externos, que podem incluir empresas privadas, instituições governamentais e organizações não governamentais (ONGs). Cada projeto dura um semestre e exige uma carga horária semanal média de 24 horas por estudante. Cerca de 20 projetos são desenvolvidos por semestre, com grupos formados por três ou quatro estudantes de qualquer um dos cursos participantes.

A formação dos grupos é determinada por um processo de ranqueamento baseado nos interesses manifestados pelos estudantes nos projetos apresentados na fase de seleção. Em seguida, uma comissão aloca os estudantes aos projetos de acordo com um conjunto de critérios que considera tanto o desempenho acadêmico quanto as competências específicas exigidas por cada projeto. Por exemplo, um projeto pode demandar um estudante de engenharia de computação e dois de ciência da computação para atender adequadamente às suas necessidades. Todo o processo é descrito em detalhes em [Soares et al. 2024].

Os estudantes são avaliados em seis habilidades. Embora essas rubricas tenham sido refinadas ao longo das diferentes edições do curso, incorporando sugestões de professores de semestres anteriores, sua estrutura geral permaneceu estável ao longo dos oferecimentos considerados nesta pesquisa. A seguir, detalhamos os objetivos de aprendizagem avaliados, juntamente com suas respectivas rubricas.

Execução Técnica (ET): Ser capaz de projetar, prototipar, desenvolver, validar, testar e documentar uma solução real em tecnologia.

Nível	Descrição
Inadequado	Estudos superficiais, sem abordagem crítica; ausência de protótipos; validações e testes sem critérios claros; documentação técnica superficial.
Limitado	Estudos com lacunas relevantes; protótipos em estágio inicial; testes sem resultados conclusivos; documentação técnica básica.
Essencial	Estudos adequados; protótipos funcionais; testes indicando limitações; documentação técnica cobrindo os principais elementos.
Proficiente	Estudos detalhados e críticos; protótipos permitindo análise aprofundada; testes abrangentes; documentação técnica além do relatório (ex.: manuais, API).
Avançado	Estudos completos, incluindo propostas futuras; protótipos validados por usuários; testes robustos em múltiplos cenários; documentação técnica completa.

Organização (OR): Ser capaz de aplicar uma metodologia de trabalho adequada às necessidades do projeto e da equipe.

Nível	Descrição
Inadequado	Usaram uma metodologia de trabalho de maneira inadequada, que não atendeu às necessidades do projeto e do grupo.
Limitado	A metodologia de trabalho foi aplicada de forma limitada, permitindo alguma evolução do projeto, mas apenas ferramentas básicas de organização de projeto foram utilizadas.
Essencial	A metodologia de trabalho foi aplicada de forma adequada, viabilizando a evolução do projeto, com exploração das principais ferramentas da metodologia.
Proficiente	A equipe investigou e escolheu uma metodologia de trabalho que se adequou ao projeto. O grupo explorou de maneira eficiente as ferramentas da metodologia.
Avançado	A metodologia de trabalho foi aplicada de maneira elaborada, com propostas de ajustes à metodologia de referência, demonstrando inovação e adaptação às necessidades específicas do projeto.

Comunicação (CO): Comunicar efetiva e assertivamente entre as partes interessadas, mantendo informações e expectativas atualizadas em relação aos objetivos e andamento do projeto.

Nível	Descrição
Inadequado	A comunicação ocorreu com as partes interessadas, mas de forma desorganizada e irregular, com informações básicas ausentes.
Limitado	A lógica de comunicação foi definida, mas utilizada com baixa regularidade em relação às demais partes interessadas.
Essencial	A lógica de comunicação foi estabelecida e mantida, garantindo regularidade nas interações com as partes interessadas.
Proficiente	A lógica de comunicação foi estabelecida de maneira eficaz, mantendo as partes interessadas atualizadas sobre todas as informações do projeto, de forma completa e oportuna.
Avançado	Lógica de comunicação eficiente, assegurando que todas as partes interessadas tenham acesso constante, preciso e atualizado às informações do projeto, promovendo alinhamento e colaboração contínuos.

Trabalho em Equipe (TE): Identificar e viabilizar os papéis e responsabilidades de todos os membros do grupo, garantindo o engajamento dos colegas de projeto.

Nível	Descrição
Inadequado	Existe entendimento consistente do que deve ser feito no projeto, mas grupo não seguiu uma divisão adequada de tarefas.
Limitado	O grupo seguiu uma divisão adequada de tarefas, mas a interação entre os membros ficou restrita aos momentos de atribuição e entrega.
Essencial	Houve interação regular entre os membros, permitindo uma reação ágil a imprevistos.
Proficiente	Não teve problemas relacionados à dinâmica do grupo, ou discutiu soluções para mitigar eventuais problemas.
Avançado	Os membros identificaram oportunidades de melhoria na dinâmica do grupo e implementaram mudanças que resultaram em uma evolução significativa.

Design (DE): Elencar as necessidades das partes interessadas, criar alternativas de soluções analisando sua viabilidade.

Nível	Descrição
Inadequado	O levantamento das necessidades apresenta lacunas significativas ou não foi apresentado um estudo de viabilidade.
Limitado	A equipe levantou as necessidades centrais, propôs uma solução e apresentou um estudo sobre sua viabilidade.
Essencial	A equipe levantou necessidades detalhadas, definiu um escopo adequado e apresentou um estudo comparativo de alternativas.
Proficiente	A equipe alinhou alternativas de escopo com as partes interessadas, garantindo que todas as possibilidades fossem coerentes com as necessidades identificadas e viáveis.
Avançado	A solução entregue é coerente com as alternativas alinhadas, levando em conta imprevistos, e inclui uma proposta para um novo ciclo do projeto.

Atitude Empreendedora (AE): Tratar potenciais riscos, obter recursos necessários, influenciar e argumentar com parceiros na eliminação de barreiras do projeto.

Nível	Descrição
Inadequado	O grupo não se preparou para gerenciar os riscos identificados ou não negociou com parceiros para obter recursos.
Limitado	O grupo tem um plano para gerenciar os riscos identificados e obter recursos dentro de prazos razoáveis. O plano foi alinhado com os parceiros.
Essencial	O grupo seguiu o plano para riscos e recursos e, quando necessário, alinhou eventuais mudanças com os parceiros.
Proficiente	O grupo considerou cenários alternativos e apresentou planos para esses cenários, sempre alinhando com os parceiros.
Avançado	Os cenários alternativos não ocorreram, comprovando a adequação do plano original, ou ocorreram e o grupo seguiu o plano para eles.

3.1. Avaliação Individual e em Grupo

Os estudantes entregam relatórios que são avaliados formalmente na metade do projeto (Avaliação Parcial) e novamente ao final do semestre (Avaliação Final). Nesses momentos, eles são avaliados pelo orientador e por uma banca avaliadora composta pelo orientador e dois outros docentes convidados. As avaliações individuais são realizadas exclusivamente pelo orientador, enquanto as avaliações em grupo são conduzidas tanto pelo orientador quanto pela banca.

As habilidades de *Design e Empreendedorismo* são avaliadas somente para o grupo, tanto pelo orientador quanto pela banca. Já os objetivos de aprendizagem relacionados a *Execução Técnica e Organização* são avaliados nos três níveis, enquanto *Comunicação e Trabalho em Equipe* são avaliados pelo orientador nos níveis individual e em grupo.

A Figura 1 apresenta uma visão abrangente das entregas individuais e em grupo do projeto Capstone, detalhando quais delas são avaliadas por meio de rubricas e indicando se a avaliação é realizada pelo orientador ou pela banca. Além disso, a figura oferece uma visão detalhada do processo de avaliação dos estudantes, incluindo tanto os entregáveis que contribuem diretamente para a nota final quanto as atividades que fornecem evidências complementares para a avaliação conduzida pelo orientador.

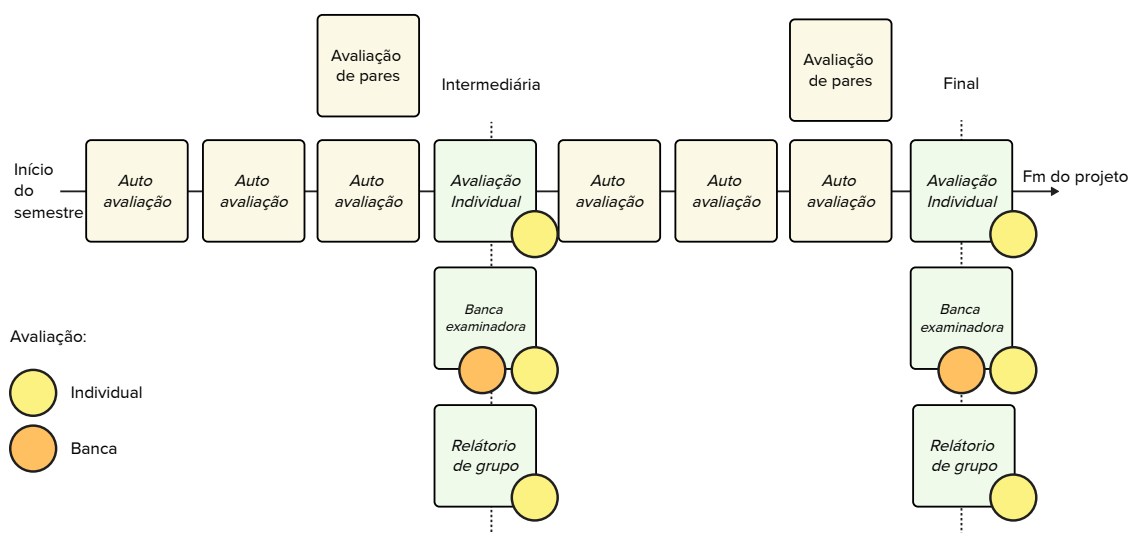


Figura 1. Entregas do Capstone.

Há duas etapas principais no processo de avaliação: a entrega intermediária e a

entrega final. Em cada etapa, cada estudante deve submeter individualmente um relatório descrevendo suas contribuições pessoais ao projeto até aquele momento. O orientador então determina a nota individual de cada estudante com base nos relatórios quinzenais de progresso, nos resultados das reuniões semanais e nas avaliações de revisão por pares, marcando o nível correspondente na rubrica para cada objetivo de aprendizagem.

Além disso, o grupo deve entregar um relatório coletivo contendo toda a documentação e detalhamento do projeto. Esse relatório é compartilhado com a banca avaliadora e analisado sob duas perspectivas: primeiro, pela banca após a apresentação dos estudantes; e segundo, pelo orientador, que reavalia os entregáveis utilizando as mesmas rubricas aplicadas pela banca. A seguir, detalhamos cada uma das entregas dos alunos:

Relatórios quinzenais (sem impacto direto na nota): O relatório quinzenal é um breve texto no qual cada estudante descreve seu progresso recente, reflexões sobre aprendizados, desafios enfrentados e contribuições ao projeto. Embora não influenciem diretamente a nota final, esses relatos asseguram acompanhamento contínuo e ajudam o orientador a monitorar a evolução individual ao longo do semestre.

Relatório individual (avaliação individual): O relatório individual é um componente reflexivo no qual o estudante descreve suas principais contribuições, desafios e desenvolvimento ao longo do projeto, respondendo a perguntas orientadoras. As evidências apresentadas devem estar relacionadas aos quatro objetivos de aprendizagem individuais: *Execução Técnica*, *Organização*, *Comunicação* e *Trabalho em Equipe*. Embora o documento, em si, não determine diretamente a nota final, ele oferece ao orientador uma visão qualitativa da evolução e da maturidade profissional de cada estudante.

Avaliação por pares (sem impacto direto na nota): A avaliação por pares é obrigatória e confidencial. Cada estudante avalia os colegas com base em três competências: *Entrega*, *Iniciativa* e *Comunicação*, utilizando uma escala de cinco pontos que descreve o nível de contribuição para o grupo. Além da pontuação, os estudantes fornecem comentários construtivos para apoiar o desenvolvimento dos colegas. Esses dados auxiliam o orientador na compreensão da dinâmica da equipe, mas não afetam diretamente a nota final.

Relatório intermediário do grupo (avaliação em grupo): A entrega intermediária corresponde ao relatório técnico do projeto, que também serve como *Trabalho de Conclusão de Curso* (TCC). O documento segue a estrutura acadêmica tradicional (resumo, introdução, fundamentação teórica, metodologia, cronograma e referências). Apesar de extenso, ele sintetiza o trabalho do grupo até o momento e subsidia a avaliação parcial da banca.

Relatório final do grupo (avaliação em grupo): O relatório final pode ser entregue em três formatos, de acordo com a natureza do projeto: tese tradicional seguindo normas ABNT, artigo científico no formato IEEE, ou página web estática. O formato escolhido deve comunicar de forma clara o produto final e os resultados obtidos e deve ser alinhado de acordo com a demanda da empresa e com o consenso do professor orientador.

Banca avaliadora: O grupo realiza uma apresentação de até 40 minutos, seguida de 50 minutos de arguições pelos membros da banca. A banca avalia exclusivamente o desempenho do grupo e registra no sistema se o projeto se destaca. Caso haja consenso entre os avaliadores, o projeto pode avançar para indicações a certificações ou premiações externas.

3.2. Cálculo da Nota Final

A tabela 1 detalha como é calculada a nota final e individual dos estudantes, composta por todas as outras notas e pesos (trabalho em grupo e individual).

Tabela 1. Pesos das Avaliações e Distribuição por Objetivo de Aprendizagem

Avaliação	Peso (%)	ET	OR	CO	TE	DE	AE
Relatório Intermediário Individual	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	–	–
Relatório Intermediário de Grupo	8,00	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Banca Intermediária	12,00	3,00	3,00	–	–	3,00	3,00
Relatório Final Individual	30,00	7,50	7,50	7,50	7,50	–	–
Relatório Final de Grupo	12,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Banca Final	18,00	4,50	4,50	–	–	4,50	4,50
Total (%)	100,00	23,83	23,83	15,83	15,83	10,83	10,83

L: ET–Execução Técnica; OR–Organização; CO–Comunicação; TE–Trabalho em Equipe; DE–Design; AE–Atitude Empreendedora.

Os pesos foram planejados para que o orientador tivesse maior influência na nota final de cada estudante, pois acompanha o grupo ao longo de todo o semestre, idealmente com reuniões semanais. Além disso, a segunda parte do Capstone recebeu um peso maior que a primeira, permitindo que estudantes que tenham tido um desempenho insatisfatório na etapa inicial possam se recuperar na etapa final.

4. Resultados

Neste estudo retrospectivo, foram analisados três semestres da disciplina de Projeto Capstone, correspondentes a 2024-1, 2024-2 e 2025-1, totalizando 240 estudantes distribuídos em 66 projetos. A maior parte dos participantes pertence aos programas da área de computação (48% Engenharia da Computação e 12% Ciência da Computação), seguida por Engenharia Mecatrônica (27%) e Engenharia Mecânica (13%). Os dados utilizados na análise foram extraídos da plataforma institucional de gestão de projetos Capstone [Ferrão and Soares 2025], posteriormente anonimizados e processados para garantir sua confiabilidade e confidencialidade.

4.1. Nota final

A Figura 2 apresenta um histograma com a distribuição das notas finais dos estudantes, considerando o componente individual e em grupo. Observa-se uma concentração em torno da nota 7.94 (std = 1.26). Quanto ao componente individual da nota, a média foi de 8.07, resultando em uma diferença média de -0.13 pontos em relação à nota final. Embora essa diferença seja estatisticamente significativa ($t = -3.95$, $p < 0.001$), o tamanho de efeito obtido (Cohen's $d = -0.26$) indica que a magnitude da diferença é pequena. Nos três oferecimentos, 12 alunos (5%) obtiveram nota final inferior à média 5 e foram reprovados.

A Figura 3 mostra a evolução das notas acumuladas dos estudantes ao longo das etapas de avaliação. Entre os 30 alunos com melhor desempenho, observa-se um comportamento bastante estável: eles iniciam o semestre com pontuações altas e preservam esse

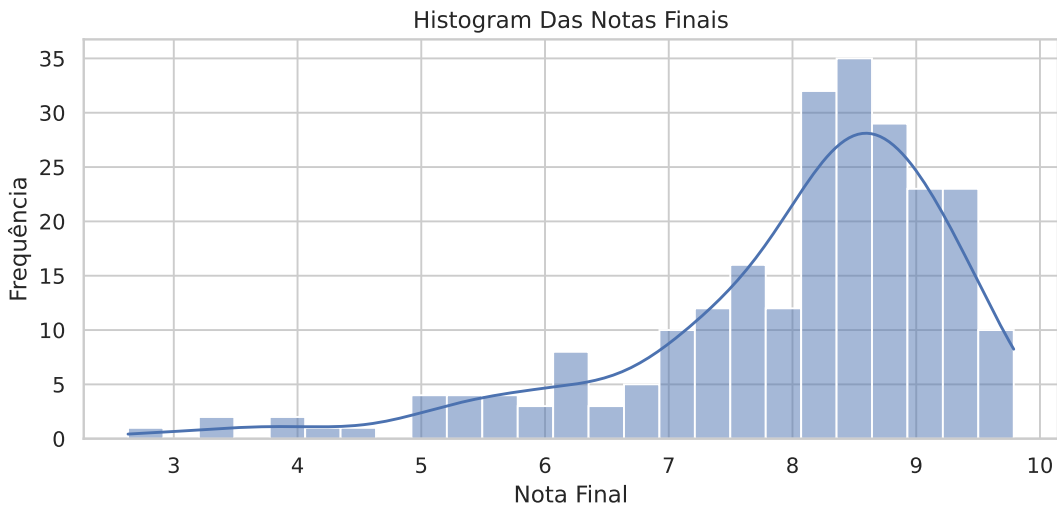
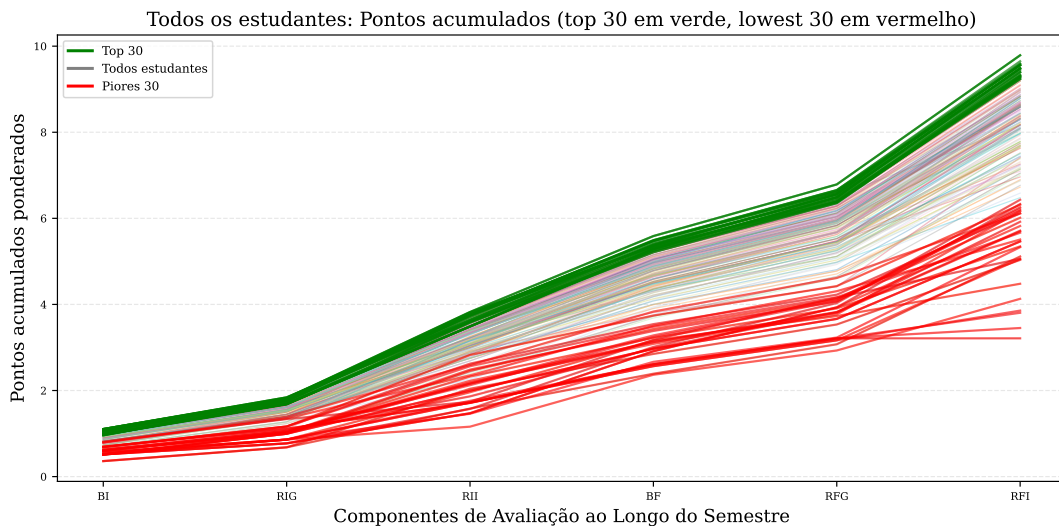


Figura 2. Distribuição da nota final individual na disciplina (N=240).

padrão ao longo de todo o período, apresentando pouca variação entre si. Em contraste, os 30 alunos com menor desempenho exibem trajetórias mais irregulares. Embora comecem o semestre com notas inferiores, suas evoluções tornam-se progressivamente mais dispersas, refletindo maior oscilação individual ao longo das fases. Essa diferença na consistência dos desempenhos é corroborada pelo teste de Levene ($F = 24.33, p < 0.001$), que confirma que a variabilidade das notas no grupo de menor desempenho é significativamente superior à observada entre os alunos com melhor desempenho.



BI: Banca Intermediária; RIG: Relatório Intermediário de Grupo; RII: Relatório Intermediário Individual; BF: Banca Final; RFG: Relatório Final de Grupo; RFI: Relatório Final Individual.

Figura 3. Evolução da nota individual ao longo das etapas de avaliação (N=240).

A Figura 4 apresenta um boxplot das notas dos estudantes ao longo das diferentes fases de avaliação. Observa-se que, na fase inicial, as notas tendem a ser menores. Esse comportamento ocorre, em grande parte, devido a uma expectativa equivocada dos estudantes, que frequentemente acreditam que o nível de exigência será menor do que o realmente realizado pelos avaliadores. Ao longo do semestre, porém, os estudantes ajustam

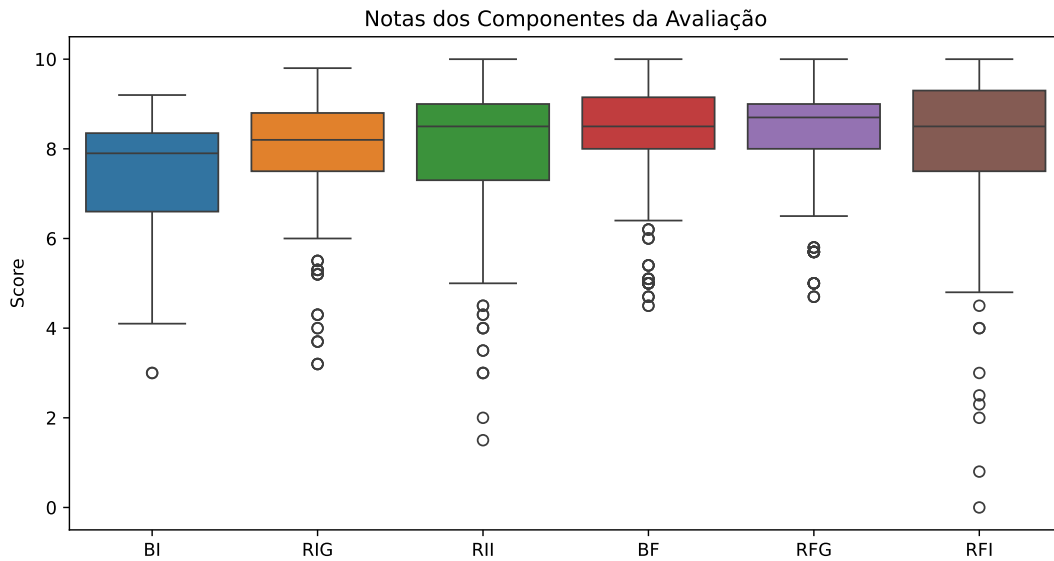


Figura 4. Boxplot das notas nas diferentes etapas de avaliação.

seu desempenho e atingem patamares ligeiramente superiores. Além disso, há casos em que alguns estudantes percebem que não alcançarão a aprovação e acabam abandonando o projeto.

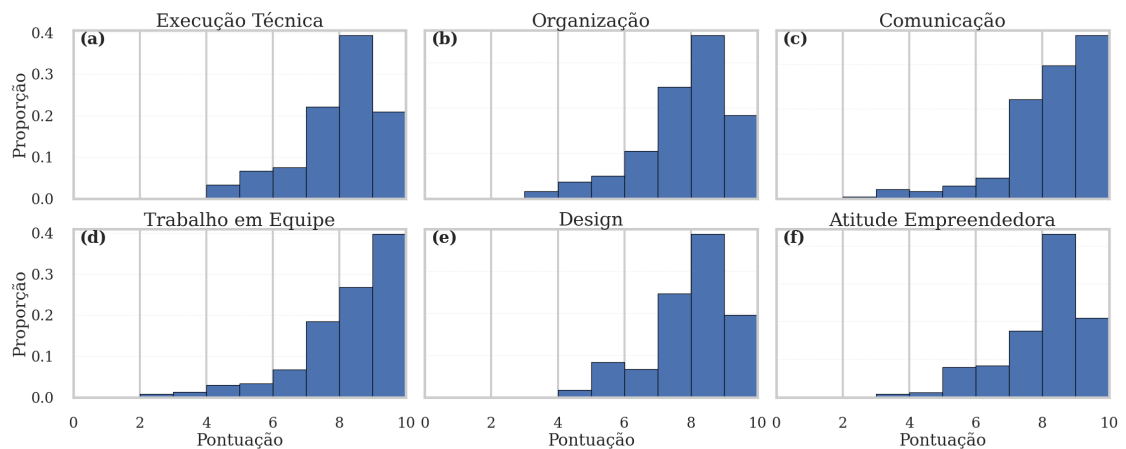


Figura 5. Histograma das notas nos diferentes objetivos de aprendizagem avaliados no projeto Capstone.

A Figura 5 apresenta a distribuição das componentes de nota para cada competência avaliada. A competência de Execução Técnica destaca-se por apresentar maior regularidade e menor incidência de notas baixas, sugerindo que seus critérios de avaliação são mais claramente compreendidos tanto pelos estudantes quanto pelos avaliadores, o que favorece um desempenho mais uniforme. Já as demais competências revelam maior heterogeneidade, indicando que os estudantes encontram mais dificuldades em demonstrar domínio de aspectos como organização, comunicação e trabalho em equipe.

Essa interpretação é corroborada pelos resultados do teste de Friedman ($\chi^2 = 57.101, p < 0.001$), que confirmam diferenças estatisticamente significativas entre as

distribuições das competências avaliadas. As comparações múltiplas revelam que as maiores discrepâncias ocorrem entre Organização (OR) e Comunicação (CO) ($p < 0.001$), bem como entre Organização (OR) e Trabalho em Equipe (TE) ($p < 0.001$), sugerindo que essas competências são percebidas e avaliadas de forma consideravelmente distinta pelos avaliadores ou desempenhadas de forma desigual pelos estudantes.

Além disso, Execução Técnica (ET) apresenta diferenças significativas em relação a Comunicação (CO) e Trabalho em Equipe (TE), com valores de p ajustados inferiores a 0.01, reforçando sua posição como a competência menos problemática e de avaliação mais consistente. Em contraste, pares como Desenvolvimento (DE) e Aplicação de Estratégias (AE), ou mesmo Execução Técnica (ET) e Aplicação de Estratégias (AE), não apresentaram diferenças significativas após correção ($p > 0.48$), indicando que certos grupos de competências possuem distribuições semelhantes e desafios de desempenho comparáveis.

No conjunto, os resultados apontam para um padrão claro: competências ligadas a habilidades estruturais e comunicativas (como OR, CO e TE) apresentam maior variabilidade e menor desempenho relativo quando comparadas à Execução Técnica, que se destaca pela estabilidade e regularidade das notas. Este achado reforça a necessidade de ações pedagógicas direcionadas ao desenvolvimento dessas competências mais frágeis, especialmente organização, comunicação e trabalho em equipe, que demonstram diferenças substanciais na forma como os estudantes as executam ao longo do curso.

5. Comentários

O processo de avaliação do Capstone Insper está em constante aperfeiçoamento. Ao longo do tempo, diversos aspectos foram ajustados para aprimorar a justiça, a transparência e a coerência das avaliações.

Inicialmente, a avaliação individual do estudante não era considerada fator determinante para reprovação. Assim, mesmo estudantes com desempenho abaixo do esperado podiam ser aprovados caso integrassem grupos de alto desempenho. Com as atualizações no processo, a nota individual passou a funcionar como um critério de barreira para aprovação. A média mínima de aprovação geral é 5,0. A nota individual do estudante é calculada atribuindo-se peso 0,4 à fase intermediária e peso 0,6 à fase final. Caso essa média individual seja inferior a 5,0, o estudante é automaticamente reprovado. Essa mudança evita que estudantes sejam aprovados apenas pela nota do grupo e não pela sua contribuição individual.

A avaliação de estudantes com desempenho insatisfatório tende a ser mais trabalhosa para o orientador. Nesses casos, é necessário reunir e documentar evidências para justificar a avaliação e permitir que o estudante compreenda os motivos de seu resultado e sua possível reprovação. O orientador precisa elaborar registros detalhados, descritivos e transparentes, e compartilhá-los com o(s) estudante(s). Já para estudantes com bom desempenho, o processo é mais simples e demanda menos tempo, pois os comentários tendem a ser positivos e diretos.

Um dos desafios permanentes é a homogeneização do grau de exigência entre os orientadores. Embora as rubricas busquem oferecer critérios claros e comuns, a diversidade de tipos de projetos do Capstone impõe limitações. As rubricas precisam ser suficientemente genéricas e objetivas para poderem ser lidas e interpretadas de forma prática por

todos os avaliadores. Ainda assim, há variações naturais: alguns orientadores tendem a exigir níveis de dedicação e resultados mais elevados que outros. Para reduzir essas discrepâncias, são realizadas reuniões periódicas com os orientadores, com o objetivo de alinhar critérios e expectativas.

Outro problema recorrente envolve estudantes que adotam uma estratégia de dedicação mínima, buscando apenas o suficiente para aprovação. Em muitos casos, esses estudantes combinam um plano mínimo de entregas com o orientador, mas acabam falhando em cumpri-lo. Nesses cenários, o orientador conclui que o estudante não atingiu nem o patamar mínimo esperado, o que frequentemente resulta em reprovação. Diferentemente de disciplinas convencionais, no Capstone os estudantes não conseguem calcular facilmente a nota necessária para aprovação, o que pode gerar desconforto e tentativas pouco embasadas de contestação de resultados.

A avaliação por competências tem se mostrado funcional e coerente com os princípios do Capstone. Idealmente, as competências deveriam ser independentes entre si, contudo, na prática, há interdependências inevitáveis, por exemplo, falhas de comunicação tendem a impactar negativamente o trabalho em equipe. O orientador deve utilizar as rubricas como referência, reconhecendo essas interações e avaliando de forma integrada quando necessário.

Um aspecto que requer atenção especial é o uso das avaliações de pares. Nessa etapa, os estudantes avaliam e comentam o desempenho dos colegas de grupo. As orientações destacam a importância de comentários honestos, construtivos e objetivos. O orientador deve interpretar esses dados cuidadosamente, considerando-os como subsídio para compreender a dinâmica do grupo e, eventualmente, como reforço para percepções já formadas por ele sobre cada estudante. O sigilo das informações é sempre assegurado, e os estudantes são instruídos sobre a seriedade e o propósito desse instrumento.

6. Conclusão

Este estudo apresentou o processo de avaliação do Capstone do Insper e analisou dados de três semestres (2024-1, 2024-2 e 2025-1), envolvendo 66 projetos e 240 estudantes. O modelo avaliativo, baseado em rubricas, avaliações individuais e de grupo, mostrou-se eficaz para promover transparência, coerência e acompanhamento contínuo da evolução dos estudantes ao longo do semestre.

Os resultados revelam uma concentração de notas finais do Capstone em torno de valores elevados, com baixa variabilidade entre os estudantes de melhor desempenho. Em contraste, competências não técnicas, como organização, comunicação e trabalho em equipe, apresentam maior incidência de notas baixas, indicando áreas que ainda demandam apoio pedagógico curricular mais estruturado. Um maior peso atribuído à etapa final de avaliação se mostrou adequado para permitir recuperação de estudantes com desempenho inicial insatisfatório, enquanto a ênfase na avaliação individual reduz a possibilidade de aprovação por associação a grupos fortes.

Os principais desafios identificados incluem a necessidade de calibrar expectativas entre orientadores e lidar com interdependências naturais entre competências. Para mitigar essas questões, o alinhamento entre avaliadores é algo já realizado, oferecendo orientações mais claras para avaliações.

O trabalho contribui para a compreensão de práticas de avaliação em projetos Capstone e destaca oportunidades de aprimoramento contínuo. Estudos futuros podem explorar intervenções específicas voltadas a competências menos desenvolvidas e investigar impactos de longo prazo na formação profissional dos estudantes.

Uso de Inteligência Artificial

Este trabalho fez uso de LLM (Chatgpt 5.2) para revisão e adequação do texto e uso do copilot para ajuda na criação de *scripts* para processamento dos dados.

Referências

- Basholli, A., Baxhaku, F., Dranidis, D., and Hatzia Apostolou, T. (2013). Fair assessment in software engineering capstone projects. In *Proceedings of the 6th Balkan Conference in Informatics*, pages 244–250, Thessaloniki Greece. ACM.
- Bessette, A., Okafor, V., and Morkos, B. (2014). Correlating Student Motivation to Course Performance in Capstone Design. In *Volume 3: 16th International Conference on Advanced Vehicle Technologies; 11th International Conference on Design Education; 7th Frontiers in Biomedical Devices*, page V003T04A004, Buffalo, New York, USA. American Society of Mechanical Engineers.
- Cecilia Bastarrica, M., Gutierrez, F. J., Marques, M., and Perovich, D. (2023). On the Impact of Grading on Teamwork Quality in a Software Engineering Capstone Course. *IEEE Access*, 11:36492–36503.
- Clear, T., Goldweber, M., Young, F. H., Leidig, P. M., and Scott, K. (2001). Resources for instructors of capstone courses in computing. In *Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education*, pages 93–113, Canterbury UK. ACM.
- Ferrão, R. C. and Soares, L. (2025). Enhancing capstone program workflow: A case study on a platform for managing academic-industry projects. In *Proceedings of PAEE-ALE*, Porto, Portugal.
- Ferrão, R. C. and Soares, L. P. (2025). Capstone as a lens for mapping technological trends in industry. In *Proceedings of COBENGE 2025*.
- Goldberg, J. R., Cariapa, V., Corliss, G., and Kaiser, K. Benefits of Industry Involvement in Multidisciplinary Capstone Design Courses.
- Jamaluddin, N., Ayob, A., Osman, S. A., Omar, M. Z., Kofli, N. T., and Johar, S. (2013). Undergraduate Industrial Training Experience: A Win-win Situation for Students, Industry and Faculty. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102:648–653.
- Lopez, A., Castaño, M. A., Ibáñez, M. V., Sanz, I., Museros, L., and Grangel, R. (2025). Improving the Assessment of Capstone Projects in the Bachelor’s Degree in Computer Engineering. *ACM Transactions on Computing Education*, 25(2):1–28.
- N, D. and Gangadhar, S. (2018). Effective approach in making Capstone project a holistic learning experience to students of undergraduate computer science engineering program. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4):420.

- Nasir, N., Usman, M., Börstler, J., and Fogelström, N. D. (2025). Software engineering team project courses with industrial customers: Students' insights on challenges and lessons learned. *Journal of Systems and Software*, 226:112441.
- Paasivaara, M., Vodă, D., Heikkilä, V. T., Vanhanen, J., and Lassenius, C. (2018). How does participating in a capstone project with industrial customers affect student attitudes? In *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*, pages 49–57, Gothenburg Sweden. ACM.
- Paretti, M., Pembridge, J., Brozina, C., Lutz, B., and Phanthanousy, J. (2013). Mentoring Team Conflicts in Capstone Design: Problems and Solutions. In *2013 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, pages 23.899.1–23.899.9, Atlanta, Georgia. ASEE Conferences.
- Schuster, P., Self, B., Elghandour, E., and Cooper, L. (2020). A Hybrid Approach to Team-forming for Capstone Design Projects. In *2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings*, page 34008, Virtual On line. ASEE Conferences.
- Sha, K. (2021). Lessons and Experiences From Teaching Computing Science Capstone Project Courses. In *2021 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, pages 990–995.
- Shakil, A. and Denny, P. (2024). Enhancing Student Engagement in Large-Scale Capstone Courses: An Experience Report. In *Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1*, pages 722–728, Milan Italy. ACM.
- Soares, L. P., Lima, L. C., and Silva, R. I. G. (2024). Navigating Engineering Capstone Strategies.
- Tenhunen, S., Männistö, T., Luukkainen, M., and Ihantola, P. (2023). A systematic literature review of capstone courses in software engineering. arXiv:2301.03554 [cs].