



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - **UFAM**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO  
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-**PPGECIM**

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE



CAIO VINÍCIUS DE JESUS SILVA

**MONITORIA EM CÁLCULO I: UMA PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO DESIGN  
DIDÁTICO-PEDAGÓGICO COM BASE EM EVIDÊNCIAS**

MANAUS- AM

2023

CAIO VINÍCIUS DE JESUS SILVA

**MONITORIA EM CÁLCULO I: UMA PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO DESIGN  
DIDÁTICO-PEDAGÓGICO COM BASE EM EVIDÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Bruno Pereira Braga

MANAUS – AM

2023

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586m Silva, Caio Vinícius de Jesus  
Monitoria em Cálculo I: uma proposta de otimização do design didático-pedagógico com base em evidências / Caio Vinícius de Jesus Silva . 2023  
230 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Marcel Bruno Pereira Braga  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Monitoria. 2. Cálculo. 3. Design. 4. Otimização. I. Braga, Marcel Bruno Pereira. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

## CAIO VINÍCIUS DE JESUS SILVA

### MONITORIA EM CÁLCULO I: UMA PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO DESIGN DIDÁTICO-PEDAGÓGICO COM BASE EM EVIDÊNCIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

#### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Marcel Bruno Pereira Braga  
Presidente da Banca



---

Prof. Dr. Disney Douglas de Lima Oliveira  
Membro Interno



---

Prof. Dr. Jeronimo Becker Flores  
Membro Externo

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo investigar a Monitoria em Cálculo Diferencial e Integral I na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e elaborar uma proposta com *design* metodológico otimizado para essa atividade a partir de evidências empíricas e de boas práticas. O estudo de caso teve abordagem mista com ênfase qualitativa utilizando a Teoria Clássica dos Testes e a Análise de Conteúdo de Bardin. Os instrumentos utilizados na investigação foram o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo (ECP) e questionários. Foi realizado um teste piloto com 13 discentes para ajustes no instrumento, aplicado ao curso de sistemas de informação no IFMA. Após esta etapa, o teste foi aplicado a 101 discentes na UFAM. Em seguida, foram aplicados questionários com 6 monitores de Cálculo I, 3 professores e 32 alunos. administrados na disciplina de Cálculo I no semestre 2021-1. Na fase empírica na UFAM, observou-se que 86,4% dos discentes não conseguiram acertar 50% da pontuação total do ECP. De acordo com a taxonomia do teste e os itens com maior incidência de erros, as maiores dificuldades apresentadas no teste foram: interpretação de gráficos, tabelas e fórmulas; comportamento de funções; composição de funções; interpretação de restrição e domínio de funções e interpretação de significado de função inversa. A análise destes resultados obteve uma boa consistência ( $\alpha = 0,787$ ). Após realização dos questionários, relatos coletados por alunos apresentaram que a monitoria auxilia os discentes tanto no desempenho na disciplina como nas avaliações, com 79% dos respondentes destacando estes benefícios, dados que convergem com a opinião dos monitores (67% e 17%, respectivamente). No entanto a monitoria apresenta uma estrutura que precisa de ajustes. Sugestões apresentadas pelos respondentes incluem horários compatíveis (28%), melhor divulgação (28%), monitoria para todos os alunos, não apenas para os de uma única turma (12%) e a disponibilização de uma sala própria para a monitoria (12%). Todos estes relatos foram considerados ao construir uma otimização do *design* observado da monitoria de Cálculo. Diante de relatos apresentados pelos monitores sobre os desafios da monitoria, como as dificuldades apresentadas pelos alunos, como matemática básica fraca (100%), além da sinalização dos discentes (14%) de pequenos conflitos na relação aluno x monitor e dos resultados do ECP, foi construído um Guia de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I, com vista em auxiliar monitores e professores da disciplina.

Palavras-chave: Monitoria, Cálculo, Design.

## ABSTRACT

The research aimed to investigate the Monitoring in Differential and Integral Calculus I at the Federal University of Amazonas (UFAM) and to elaborate a proposal with an optimized methodological design for this activity based on empirical evidence and good practices. The case study had a mixed approach with a qualitative emphasis using the Classical Theory of Tests and Bardin's Content Analysis. The instruments used in the investigation were the Pre-Calculus Knowledge Exam (ECP) and questionnaires. A pilot test was carried out with 13 students to adjust the instrument, applied to the information systems course at IFMA. After this stage, the test was applied to 101 students at UFAM. Then, questionnaires were applied with 6 Calculus I monitors, 3 teachers and 32 students. administered in the Calculus I discipline in the 2021-1 semester. In the empirical phase at UFAM, it was observed that 86.4% of the students were unable to get 50% of the total ECP score right. According to the taxonomy of the test and the items with the highest incidence of errors, the greatest difficulties presented in the test were: interpretation of graphs, tables and formulas; behavior of functions; composition of functions; interpretation of restriction and domain of functions and interpretation of meaning of inverse function. The analysis of these results obtained good consistency ( $\alpha = 0.787$ ). After completing the questionnaires, reports collected by students showed that monitoring helps students both in performance in the discipline and in assessments, with 79% of respondents highlighting these benefits, data that converge with the opinion of monitors (67% and 17%, respectively). However, monitoring presents a structure that needs adjustments. Suggestions made by respondents include compatible schedules (28%), better disclosure (28%), monitoring for all students, not just those in a single class (12%) and providing a room for monitoring (12%). All these reports were considered when building an optimization of the observed Calculus monitoring design. Faced with reports presented by the monitors about the challenges of monitoring, such as the difficulties presented by the students, such as weak basic mathematics (100%), in addition to the students' signaling (14%) of small conflicts in the student x monitor relationship and the results of the ECP, a Guide of Pedagogical Guidelines for Monitoring Calculus I was created, with a view to helping monitors and teachers of the discipline.

Keywords: Monitoring, Calculus, Design.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Parábola.....	24
Figura 2: Porcentagem de aprovação dos frequentes à monitoria .....	45
Figura 3: Número de atendimentos x reprovação/aprovação (porcentagem)...	46
Figura 4: Comparação de desempenhos .....	48
Figura 5: Comparação entre "frequentes" e "não frequentes" .....	49
Figura 6: Dados de aprovação e evasão.....	50
Figura 7: Acompanhamento de alunos que frequentaram as monitorias entre março a junho de 2013.....	52
Figura 8: Porcentagem dos motivos pela busca da monitoria.....	53
Figura 9: Interface (print) do site utilizado pela monitoria .....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Escore do Teste Piloto .....	93
Gráfico 2: Porcentagem de acertos no teste piloto por item.....	94
Gráfico 3: Escore (do menor para o maior) .....	97
Gráfico 4: Porcentagem de pontuações no Teste ECP .....	98
Gráfico 5: ICR do item 5a .....	102
Gráfico 6: ICR do item 5b .....	102
Gráfico 7: ICR do item 6 .....	103
Gráfico 8: ICR do item 10 .....	105
Gráfico 9: ICR do item 11a .....	106
Gráfico 10: ICR do item 11b .....	106
Gráfico 11: ICR do item 13 .....	108
Gráfico 12: ICR do item 16 .....	109
Gráfico 13: ICR do item 18 .....	110
Gráfico 14: Opinião de dificuldade .....	110
Gráfico 15: ICR da questão 9 .....	113
Gráfico 16: ICR do item 12 .....	114
Gráfico 17: ICR da item 15 .....	115
Gráfico 18: ICR do item 17 .....	116
Gráfico 19: ICR do item 19 .....	117
Gráfico 20: ICR do item 22 .....	118
Gráfico 21: Percentual de incidências (discentes).....	119
Gráfico 22: Motivos para "não frequência" (discentes ausentes) .....	119
Gráfico 23: Público da monitoria (monitores) .....	120
Gráfico 24: Assiduidade dos discentes (monitores) .....	120
Gráfico 25: Assiduidade dos discentes (discentes) .....	121
Gráfico 26: Monitorias frequentadas (discentes presentes) .....	121
Gráfico 27: Monitorias conhecidas (docente) .....	122
Gráfico 28: Obstáculos na frequência à monitoria (discentes presentes).....	123
Gráfico 29: Motivação para frequentar a monitoria (discentes) .....	123
Gráfico 30: Impactos positivos da monitoria (discentes) .....	124
Gráfico 31: Importância da monitoria para a aprendizagem (discentes) .....	124
Gráfico 32: Esclarecimento de dúvidas (discentes).....	124
Gráfico 33: Relação monitoria x desempenho (discentes) .....	125

Gráfico 34: Importância da monitoria na formação (monitores).....	127
Gráfico 35: Interesse em ser monitor novamente.....	127
Gráfico 36: Atividades exercidas na monitoria (discentes) .....	129
Gráfico 37: Foco do docente (discentes).....	130
Gráfico 38: Foco do docente (docente) .....	131
Gráfico 39: Instrumentos utilizados pelo monitor (monitores).....	131
Gráfico 40: Instrumentos utilizados pelo docente (discentes) .....	132
Gráfico 41: Domínio de conteúdo do monitor (discentes).....	133
Gráfico 42: Domínio de conteúdo do monitor (docentes) .....	133
Gráfico 43: Didática do monitor (segundo os discentes) .....	133
Gráfico 44: Contextualização do conteúdo (segundo os discentes).....	133
Gráfico 45: Relação monitor x discentes (discentes) .....	134
Gráfico 46: Relação monitor x discentes (monitor).....	134
Gráfico 47: Relação docente x monitor (docente) .....	134
Gráfico 48: Relação monitor x orientador (monitor).....	134
Gráfico 49: Relação monitor x docente (monitor) .....	135
Gráfico 50: Preferência de modalidade (discentes).....	135
Gráfico 51: Interesse fora de sala (discentes) .....	136
Gráfico 52: Dificuldades enfrentadas (monitores) .....	136
Gráfico 53: Reação ao desinteresse do discente (monitor).....	137
Gráfico 54: Motivos para o baixo desempenho/reprovações em Cálculo I (monitores) .....	138
Gráfico 55: Dificuldades conceituais dos discentes (monitores).....	139

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Grade curricular da subsecção de Matemática da FFCL. ....	30
Quadro 2: Revisão de literatura.....	43
Quadro 3: fatores de insucesso.....	48
Quadro 4: Fatores de sucesso .....	48
Quadro 5: Relação das disciplinas com maior número de reprovações na IES 51	
Quadro 6: Questionário UTFPR .....	53
Quadro 7: Etapas da pesquisa .....	64
Quadro 8: Lista de Instrumentos .....	65
Quadro 9: Protocolo de tarefas (modelo checklist).....	66
Quadro 10: Ações mentais da estrutura de covariação.....	70
Quadro 11: Taxonomia do PCA .....	72
Quadro 12: Percepção discente: objetivos, categorias e obras de apoio .....	76
Quadro 13: Percepção docente: objetivos, categorias e obras de apoio.....	77
Quadro 14: Percepção do monitor: objetivos, categorias e obras de apoio .....	78
Quadro 15: Relações entre as categorias .....	89
Quadro 16: Pontuações: maior, menor e média.....	98
Quadro 17: Itens "difíceis" ou "muito difíceis" com IDS satisfatório.....	100
Quadro 18: Relação dificuldades x itens .....	111
Quadro 19: Motivos para a "não frequência" à monitoria (monitores).....	120
Quadro 20: Preferências (discentes).....	122
Quadro 21: Outros impactos (discentes).....	124
Quadro 22: Importância da monitoria (monitores) .....	125
Quadro 23: Monitoria como suporte ao trabalho docente (docentes).....	126
Quadro 24: Motivações extras (monitores).....	128
Quadro 25: "Atributos necessários para a monitoria" (docentes) .....	128
Quadro 26: "Atributos necessários para a monitoria" (monitores).....	128
Quadro 27: Atividades desenvolvidas (monitor) .....	129
Quadro 28: O que fazer quando o aluno "não quer aprender" (monitores) ....	137
Quadro 29: Desafios na implementação .....	138
Quadro 30: Sugestões (docentes).....	140
Quadro 31: Sugestões (monitores) .....	140
Quadro 32: Sugestões (discentes).....	141
Quadro 33: Síntese de resultados e cruzamentos .....	143

Quadro 34: Observações ao Departamento de Matemática .....	149
Quadro 35: Otimização ao Departamento de Matemática.....	149
Quadro 36: Observações aos monitores .....	149
Quadro 37: Otimização aos monitores .....	150
Quadro 38: Sugestões aos projetos de Monitoria .....	152

## LISTA DE ITENS “DIFÍCEIS”

Item difícil 1: Item 4 .....	100
Item difícil 2: Itens 5a e 5b.....	101
Item difícil 3: Item 6 .....	103
Item difícil 4: Item 8 .....	103
Item difícil 5: Item 10 .....	104
Item difícil 6: Itens 11a e 11b.....	105
Item difícil 7: Item 13 .....	107
Item difícil 8: Item 16 .....	108
Item difícil 9: Item 18 .....	109

## LISTA DE ITENS CORRIGIDOS

Item corrigido 1: Item 9.....	112
Item corrigido 2: Item 12.....	114
Item corrigido 3: Item 15.....	114
Item corrigido 4: Item 17.....	115
Item corrigido 5: Item 19.....	116
Item corrigido 6: Item 22.....	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação do item de acordo com ID .....	86
Tabela 2: Classificação do IDS .....	86
Tabela 3: Itens "difíceis" ou "muito difíceis" .....	93
Tabela 4: Índices de discriminação por item .....	95
Tabela 5: Índices de discriminação em ordem crescente.....	96
Tabela 6: Nível de confiança.....	98
Tabela 7: Índice de Dificuldade por Item .....	99
Tabela 8: Índices de Dificuldade (ordem crescente) .....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CEG** – Câmara de Ensino de Graduação
- CHD** – Círculo Hermenêutico Dialético
- CONSEPE** – Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão
- DBR** – Pesquisa Baseada em Design
- DM** – Departamento de Matemática
- DME** – Departamento de Matemática e Estatística
- ECP** – Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo
- FCA** – Faculdade de Ciências Agrárias
- FCI** – Force Concept Inventory
- FFCL** – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
- FNF** – Faculdade Nacional de Filosofia
- FT** – Faculdade de Tecnologia
- ICE** – Instituto de Ciências Exatas
- ICR** – Índice de certeza de Resposta
- ID** – Índice de Dificuldade
- IDS** – Índice de Discriminação
- IES** – Instituição de Ensino Superior
- MA** – Ação Mental
- PCA** – Precalculus Concept Assessment
- PET** – Programa de Educação Tutorial
- PME** – Projeto de Ensino Tópicos de Matemática Elementar
- PROEG** – Pró-Reitoria de Ensino de Graduação
- TCC** – Trabalho de Conclusão de Curso
- TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- TCT** – Teoria Clássica dos Testes
- TLS** – Teaching-Learning Sequences
- UFAM** – Universidade Federal do Amazonas
- UFF** – Universidade Federal Fluminense
- UFPEl** – Universidade Federal de Pelotas
- UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina
- UNIFESPA** – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

**UPE** – Universidade de Pernambuco

**USP** – Universidade de São Paulo

**UTFPR** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**ZDP** – Zona de Desenvolvimento Proximal

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	5
Justificativa.....	20
Introdução .....	20
Objetivo Geral .....	21
Objetivos Específicos.....	21
<b>CAPÍTULO 1 – BREVE CONTEXTO HISTÓRICO</b> .....	23
1.1 Resumo histórico sobre o Cálculo.....	23
1.2 Resumo histórico sobre a Monitoria.....	27
1.3 Ensino de Cálculo no Brasil .....	30
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS</b> .....	34
2.1 Psicologia Educacional para a Monitoria de Cálculo I: Sóciointeratividade de Vygotsky.....	34
2.2 Design-Based Research (Pesquisa Baseada em Design) .....	38
2.2.1 Etapas da TLS .....	40
<b>CAPÍTULO 3 – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	42
3.1 Levantamento sobre Monitoria de Cálculo .....	43
3.2 Levantamento sobre o PCA .....	58
<b>CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA</b> .....	61
4.1 Metodologia da Pesquisa.....	61
4.2 Detalhamento sobre o Design da Pesquisa .....	61
4.3 Procedimento Experimental Quantitativo .....	63
4.4 Método utilizado: Estudo de Caso.....	63
4.4.1 Definição da Unidade-Caso .....	64
4.4.2 Determinação do Número de Casos.....	65
4.4.3 Elaboração do Protocolo.....	65
4.5 Levantamento de Documentos e Ações Desenvolvidas na UFAM sobre a Monitoria: O Caso da Monitoria em Cálculo.....	67
4.6 Métodos e Instrumentos da Pesquisa .....	69

4.6.1	Teste Precalculus Concept Assesment .....	69
4.6.1.1	Teste Exame de Conhecimentos Pré-cálculo: Tradução e adaptação textual não-transcultural do PCA .....	74
4.6.2	Questionários: Formulários de percepções dos docentes, discentes e monitores sobre a monitoria de Cálculo I.....	74
4.7	Coleta de dados .....	81
4.7.1	Procedimentos na aplicação do Exame de Conhecimentos Pré-cálculo	81
4.7.2	Questionários.....	83
4.8	Procedimentos de Análise dos Dados .....	85
4.8.1	<i>Teoria Clássica dos Testes</i> .....	85
4.8.2	<i>Análise de Bardin</i> .....	88
4.8.3	Cruzamento dos resultados .....	91
<b>CAPÍTULO 5 – RESULTADOS</b> .....		92
5.1	Testagem .....	92
5.1.1	<i>Teste Piloto no Maranhão</i> .....	92
5.1.2	Revisões preliminares sobre as dificuldades e limitações na recolha de dados da sondagem .....	94
5.1.3	<i>Teste de Sondagem na UFAM (Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo)</i> .....	95
5.1.4	Principais dificuldades conceituais apresentadas .....	100
5.1.5	Alternativas para superar as dificuldades: Resolução de Problemas .....	111
5.1.6	Correções .....	112
5.2	Questionários .....	118
5.2.1	Assiduidade discente .....	119
5.2.2	Benefícios da Monitoria .....	124
5.2.3	Percepção Sobre a Monitoria .....	128
5.2.4	Desafios Da Monitoria.....	136

5.2.5 Sugestões.....	140
5.2.6 Síntese dos resultados .....	143
5.3 Design observado x design otimizado.....	148
5.4 Guia de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I: Uma proposta metodológica com design didático-pedagógico otimizado .....	150
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>151</b>
Limitações na Pesquisa .....	153
Sugestões .....	153
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>154</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>165</b>
Apêndice 1: Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 1.0.....	165
Apêndice 2: Taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo.....	175
Apêndice 3: Percepção Discente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I .....	176
Apêndice 4: Mapa de Itens (Percepção Discente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I).....	181
Apêndice 5: Percepção Docente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I .....	182
Apêndice 6: Mapa de Itens (Percepção Docente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I.....	185
Apêndice 7: Percepção do Monitor Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I .....	186
Apêndice 8: Mapa de Itens (Percepção do Monitor Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I.....	191
Apêndice 9: Guia de Implementação dos Questionários .....	192
Apêndice 10: Manual de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I .....	194

## Justificativa

A motivação da pesquisa vem da experiência do pesquisador com programa de monitoria no Instituto Federal do Maranhão Campus São Luís Monte Castelo, que o influenciou no estudo de TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) sobre aprovações e reprovações nos cursos de Licenciatura em Química, Física e Matemática nas disciplinas de Cálculo I e Cálculo II e sua relação com a monitoria da Instituição. Este trabalho apontou que, no local em questão, as reprovações em Cálculo I variaram de 25% a 68% do total de alunos matriculados, entre desistentes, reprovações por nota, etc.

Verificou-se também que 13 alunos, entre graduandos de Matemática, Física e Química, de acordo com enunciados proferidos por monitores entrevistados no trabalho, possuíam uma dificuldade evidente nos conceitos de matemática do ensino fundamental e médio, e este foi um fator que propiciou um baixo rendimento na disciplina. Outro fator destacado na pesquisa foi o desconhecimento de alguns alunos da Licenciatura em Física e Química sobre a existência da monitoria (oferecida pelo Departamento de Matemática do Instituto paratodos os cursos). Em seus relatos, afirmaram que as “disciplinas não possuíam monitoria”, ou que “não sabiam onde encontrar o monitor”. No entanto, os poucos alunos que buscaram auxílio dos monitores obtiveram êxito, sendo aprovados na disciplina. Não foi realizado um teste quantitativo, mas a monitoria pode ter sido um fator que contribuiu na aprovação desses alunos, assim como tempo de dedicação ao estudo, conhecimentos preestabelecidos no ensino médio, dentre outros.

## Introdução

Compreende-se a Monitoria como a inserção do estudante no processo de ensino-aprendizagem, dedicando-se à aprendizagem dos colegas, em que ao mesmo tempo que ensina, aprende (ABREU; MASETTO, 1989; FEDERIGHI, 1989; FOGARTY; WANG, 1982; VENDRAMINI; NATARIO, 1998 apud NATARIO, 2001).

Diferentes pesquisas (FLORES, 2018; GOMES, 2015; STEINBACH, 2014) apontam o mesmo significado de monitoria no ensino superior. Consiste num programa de auxílio oferecido pela Instituição de Ensino Superior (IES), que seleciona um aluno já aprovado numa disciplina específica. Tem a

responsabilidade de auxiliar os alunos mais novos, retirando dúvidas correntes, geralmente com resolução de exercícios e atividades da disciplina em questão.

De acordo com o Edital Nº 60/2021 da UFAM (Universidade Federal do Amazonas), “o Programa de Monitoria tem por objetivo iniciar e estimular a participação de alunos de graduação da Universidade Federal do Amazonas nas diversas atividades docentes de nível superior” (UFAM, 2021, p. 1).

Esta dissertação buscará encontrar proposições que possam ampliar a eficácia da monitoria na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I<sup>1</sup> nos cursos de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas Campus Manaus, primeiramente identificando as principais dificuldades conceituais dos alunos no início e final da disciplina, e em seguida analisando em que aspectos a monitoria minimizou (ou não) tais dificuldades.

Vários estudos sobre a disciplina de Cálculo I (BARUFI, 1999; RAFAEL; ESCHER, 2015; REZENDE, 2003; SANTOS, 2018) apresentam recordes de reprovações na disciplina em universidades como USP (Universidade de São Paulo), UFF (Universidade Federal Fluminense) e UFAM. Já pesquisas que envolvem a monitoria de Cálculo I (FLORES, 2018; GOMES, 2015) apontam que os alunos que procuram ajuda dos monitores possuem chances maiores de aprovação, entretanto, as mesmas pesquisas mostram que boa parte dos alunos não procura ajuda do monitor por motivos diversos.

Partindo desses pressupostos, tem-se a seguinte indagação: *Qual é um possível design didático-pedagógico para a monitoria em Cálculo 1 que seja otimizado a partir da valorização de boas práticas pedagógicas e das necessidades dos estudantes?*

Seguindo esta problemática, os objetivos da pesquisa são:

### **Objetivo Geral**

- Investigar as práticas de monitoria para o curso introdutório de Cálculo visando a elaboração de uma proposta com *design* didático-pedagógico otimizado e psicologicamente adequado.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar as principais dificuldades conceituais matemáticas dos alunos necessárias para o desenvolvimento de aprendizagem em Cálculo;

---

<sup>1</sup> Para facilitação da leitura, a disciplina será chamada apenas de Cálculo I

- Compreender a concepção do papel da monitoria no desempenho de Cálculo I na perspectiva dos monitores, alunos e professores, destacando as boas práticas;
- Construir um *design* didático-pedagógico com base em boas práticas, necessidades e dificuldades identificadas;
- Elaborar um Guia de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I com uma proposta metodológica otimizada.

## CAPÍTULO 1 – BREVE CONTEXTO HISTÓRICO

### 1.1 Resumo histórico sobre o Cálculo

Segundo Eves (2011), os conceitos que originam o Cálculo vêm da Grécia Antiga, no século V a.C., época em que os matemáticos tentavam resolver problemas de cálculo de áreas e volumes em superfícies curvas (hoje resolvidos através de regras de integração). Entretanto, para compreender esses termos, precisavam ter a ideia de operações infinitesimais. O autor apresenta uma dualidade de concepções existentes na época, distintas uma da outra. Uma premissa admite que uma grandeza pode ser dividida indefinidamente, enquanto a outra segue a ideia de atomismo da época, em que é formada por partes indivisíveis.

Para refletir a respeito de cada uma dessas premissas, Zenão de Eleia (c. 450 a.C.) elaborou dois paradoxos, cada um envolvendo um dos raciocínios citados, em que o mesmo aponta que o movimento é impossível:

*Dicotomia:* Se um segmento de reta pode ser subdividido indefinidamente, então o movimento é impossível pois, para percorre-lo, e preciso antes alcançar seu ponto médio, antes ainda alcançar o ponto que estabelece a marca de um quarto do segmento, e assim por diante, *ad infinitum*. Segue-se, então, que o movimento jamais começara.

*A Flecha:* Se o tempo é formado de instantes atômicos indivisíveis, então uma flecha em movimento está sempre parada, posto que em cada instante ela está numa posição fixa. Sendo isso verdadeiro em cada instante, segue-se que a flecha jamais se move. (EVES, 2011, p. 418).

Uma forma de responder a esses paradoxos é o Método da Exaustão de Eudoxo (c. 370 a.C). Eves (2011) aponta que o precursor desse método foi Antífon, o Sofista (c. 430 a.C), que viveu na mesma época de Sócrates. Antífon afirmava que a constante duplicação de lados de um polígono inscrito em um círculo faria com que o círculo e o polígono tivessem a mesma área.

Aperfeiçoando esse raciocínio, o Método da Exaustão afirma que:

“Se de uma grandeza qualquer se subtrai uma parte não menor que sua metade, do restante subtrai-se também uma parte não menor que sua metade, e assim por diante, se chegará por fim a uma grandeza menor que qualquer outra predeterminada da mesma espécie” (EVES, 2011, p. 419).

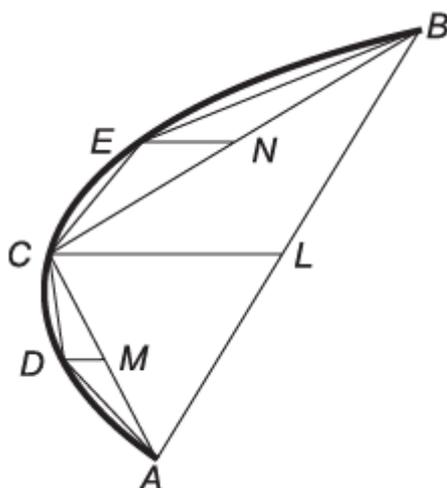
Esse raciocínio pode ser explicado pela ideia de *limites*, onde a “área do círculo é o *limite* das áreas dos polígonos inscritos, e escrevemos  $A = \lim_{n \rightarrow \infty} A_n$ ” (STEWART, 2010, p. 25). Esta forma de expressar um limite deve-se ao

matemático alemão Karl Weierstrass (1815 – 1897). Entretanto, os gregos ainda não conheciam o conceito de limite. Isso contrasta com a forma em que a disciplina de Cálculo é ensinada, pois segundo Eves (2011), embora o ensino de Cálculo na graduação comece com limites, passando pela diferenciação e por fim a integração, historicamente, o processo de descobertas foi o inverso.

O matemático grego que se aproximou da integração como é conhecida atualmente foi Arquimedes (c. 225 a.C.). Para descobrir a quadratura de uma parábola, segundo Eves (2011), Arquimedes utilizou o método da exaustão, preenchendo a parábola de triângulos. Esse procedimento, de acordo com (Vaccari e Pacheco (2011) consiste em:

0. Seccioná-la horizontalmente.
1. Encontrar o eixo de simetria da parábola.
  - 1.1 Encontra uma reta paralela ao eixo passando por M ponto médio da secção horizontal.
2. Seccioná-la transversalmente.
3. Ligar os pontos dos segmentos com a parábola.
4. Repetir o procedimento outras vezes.

Figura 1: Parábola



Fonte: EVES, 2011, p. 421

Através do Método da Exaustão, Arquimedes deduziu que a área sob a parábola era dada por  $\frac{4}{3} \Delta ABC$ .

Poucos foram os avanços no quesito de áreas e volumes sob curvas até o século XVII. Johannes Kepler (1571 – 1630) utilizou princípios infinitesimais

para descobrir a área de um círculo e o volume de uma esfera. De acordo com Eves (2011), Kepler pensava no círculo preenchido por infinitos triângulos, cujos vértices se encontrassem no centro da figura. Da mesma forma, uma esfera seria composta por infinitas pirâmides. Kepler não se preocupava com o rigor matemático que esse raciocínio oferece, contanto que o mesmo oferecesse resultados precisos. Esse raciocínio é utilizado ainda hoje em aulas de Cálculo Diferencial e Integral.

Bonaventura Cavalieri (1598 – 1647) deu sua contribuição ao Cálculo com o seu *método dos indivisíveis*, baseado em Demócrito (c. 410 a.C.) e Arquimedes (287 a.C. – 212 a.C.), embora Eves (2011) afirme que teve como inspiração, também, os métodos de cálculo de área e volume de Kepler.

O tratado de Cavalieri é demasiado prolixo e pouco claro, sendo difícil até descobrir o que ele entendia por “indivisível”. Tudo indica que um indivisível de uma porção plana dada e uma corda dessa porção e um indivisível de um sólido dado e uma secção desse sólido. Considera-se que uma porção plana seja formada de uma infinidade de cordas paralelas e que um sólido seja formado de uma infinidade de secções planas paralelas (EVES, 2011, p. 45).

Resumidamente, esse método afirma que a “deformação” de uma figura plana, deslizando um determinado número de cordas da figura, formando uma curva contínua, a figura gerada terá a mesma área da figura anterior. Analogamente, fazendo a mesma experiência com secções de um sólido, obtém-se o mesmo volume do sólido anterior. Para exemplificar esse método, Eves (2011) sugere se faça o experimento com uma pilha de cartas. Ao deformar a pilha, ela permanecerá com o mesmo volume.

1. Se duas porções planas são tais que toda reta secante a elas e paralela a uma reta dada determina nas porções segmentos de reta cuja razão é constante, então a razão entre as áreas dessas porções é a mesma constante.

2. Se dois sólidos são tais que todo plano secante a eles e paralelo a um plano dado determina nos sólidos secções cuja razão é constante, então a razão entre os volumes desses sólidos é a mesma constante (EVES, 2011, p. 426).

A origem da diferenciação vem da necessidade de descobrir como encontrar retas tangentes a curvas e encontrar pontos de máximo e mínimo de uma função. Eves (2011) afirma que a primeira ideia registrada de diferenciação veio de Fermat, ao tentar definir como encontrar o máximo ou mínimo de uma função. Para isso, supondo que  $f(x)$  possua um ponto de máximo ou mínimo para um  $x$  comum, define-se um  $e$  tal que  $f(x - e) = f(x)$ . Para que isso ocorra,

e precisa ser igual a zero. Após substituir os valores de  $e$  por 0, as raízes resultantes indicarão valor de máximo ou de mínimo.

Isso implicaria hoje em dia em dizer que, para encontrar o ponto de máximo ou mínimo, a derivada da função precisa ser igual a zero; ou, mais precisamente:

*Equação 1*

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = 0$$

A expressão  $f(x)$  foi criada por Leonhard Euler (1707 – 1783), e, segundo ele, significa uma “equação ou fórmula qualquer envolvendo variáveis e constantes” (EVES, 2011, p. 661). Já a expressão de derivadas como vemos hoje deve-se a Augustin-louis Cauchy (1789 – 1857).

Eves (2011) diz que Fermat, entretanto considerava que para a derivada de  $f(x)$  precisa ser zero para definir um ponto de máximo ou mínimo, mas não o contrário (resumidamente, para todo ponto de máximo ou mínimo, obrigatoriamente, sua derivada naquele ponto será 0), contudo, Stewart (2010) define esta forma de encontrar os pontos de máximo ou mínimo como *método de Fermat*.

Anteriores à Isaac Newton (tido junto a Gottfried Leibniz como pai do Cálculo), John Wallis (1616 – 1703) e Isaac Barrow (1630 – 1677) também deram sua contribuição para o Cálculo e Matemática em geral. Wallis mostrou que a fórmula de integração  $\int x^m dx = \frac{x^{m+1}}{m+1}$  para qualquer  $m \neq -1$ , seja ele negativo ou fracionário. Eves (2011) aponta que ele também foi o primeiro a explicar de maneira apropriada o significa de expoentes negativos, fracionários e iguais a zero; deve-se a ele também a simbologia de infinito como se conhece hoje ( $\infty$ ).

Já Isaac Barrow teve como contribuição a descoberta da relação entre diferenciação e integração (uma ser o inverso da outra). Stewart (2010) atribui a ele a criação do *teorema fundamental do Cálculo*.

Isaac Newton (1642 – 1727) nasceu na cidade de Woolsthorpe, na Inglaterra. Famoso pelas leis da mecânica clássica, denominadas de Leis de Newton, além de contribuições na termodinâmica, ótica e astronomia, deve-se a Newton a criação do *método dos fluxos*, como ele denominava o que chama-se hoje de Cálculo Diferencial.

Para Newton, nesse trabalho, uma curva era gerada pelo movimento contínuo de um ponto. Feita essa suposição, a abscissa e a ordenada de um ponto gerador passam a ser, em geral, quantidades variáveis. A uma quantidade variável ele dava o nome de *fluente* (uma quantidade que flui) e a sua taxa de variação dava o nome de *fluxo* do fluente. Se um fluente, como a ordenada do ponto gerador, era indicada por  $y$ , então o fluxo desse fluente era denotado por  $\dot{y}$ . Em notação moderna esse fluxo equivale a  $dy/dt$ , onde  $t$  representa o tempo (EVES, 2011, p. 439).

Com esse método, Newton conseguiu resolver equações diferenciais, encontrar máximos e mínimos e integrar funções em geral. Entretanto, a simbologia utilizada por ele é diferente da que utiliza-se hoje.

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716) nasceu na cidade de Leipzig, Alemanha. Divide com Newton o título de pai do Cálculo, chegando a prestar uma homenagem a seu rival após sua morte. “Tomando a matemática desde o início do mundo até a época em que Newton viveu, o que ele fez foi, em grande escala, a metade melhor” (EVES, 2011, p. 441).

Foi Leibniz que criou a simbologia que utiliza-se hoje para derivadas ( $dy/dx$ ) e integrais ( $\int y dx$ ). O “S” da integral significa uma “soma de indivisíveis”. Infelizmente, os últimos anos de vida de Leibniz foram atormentados pela discussão de “quem merecia o título de criador do Cálculo: ele ou Newton”.

Contemporâneo de Leibniz, o marquês de L’Hospital (1661 – 1704) publicou, em 1696 o primeiro texto de Cálculo. Nele, está registrada a regra de L’Hospital, ensinada até hoje nos livros de cálculo, demonstrando como calcular o limite de uma fração em que o numerador e denominador tendam ao mesmo tempo a zero ou ao infinito, bastando derivar ambos os membros de forma independente.

## 1.2 Resumo histórico sobre a Monitoria

Segundo Monroe (1974), a monitoria já era utilizada desde a Antiguidade Clássica, quando o pedagogo se encarregava desse papel, auxiliando o mestre. Afirma inclusive que o papel da monitoria vai além do “papel didático”: além de facilitar os ensinamentos do mestre, através da história, o monitor tem desempenhado também um papel disciplinar.

Na Idade Média, a monitoria foi utilizada pelos religiosos da Igreja Católica. Segundo Dantas (2014), os monges jesuítas cumpriam o papel de monitor, cuidando da educação disciplinar dos noviços. “As escolas da Reforma e da Contrarreforma utilizaram o sistema de Monitoria, dando continuidade com

os Jesuítas, a partir do Ratio Studiorum<sup>2</sup>” (DANTAS, 2014, p. 568). Steinbach (2014) afirma que os monitores do Ratio Studiorum eram denominados “decuriões”, e que os jesuítas acreditavam também na eficiência do método monitorial/mútuo, embora o termo tenha sido criado anos mais tarde.

### **Método Monitorial/mútuo**

Esse método, de cunho pedagógico, tem como principal criador Joseph Lancaster (1778 – 1838), com auxílio de Andrew Bell (1726 -1809), na Inglaterra. Dantas (2014) afirma que consistia numa maneira de ensinar o maior número de alunos com pouco material humano. O monitor era o aluno mais adiantado, que recebia as orientações do mestre e as repassava aos demais alunos. Segundo Steinbach (2015), o professor, antes da aula, reunia-se com o monitor de cada classe de forma particular, afim de transmitir orientações especiais a cada um deles. Assim que os alunos mais novos chegavam, o mestre ficava em sua mesa, numa posição elevada, e não tinha contato direto com os mesmos. Esse contato ficava a cargo dos monitores.

Assim, os monitores que “ministravam as aulas”, assim como tinha o papel de classificar os alunos conforme seu desempenho. “Quando um aluno se distinguia dos demais, podia ascender à classe superior, ocupando o último lugar da classe. Se depois de algum tempo não fosse observado progresso, o aluno retornava à classe em que estava anteriormente” (STEINBACH, 2015, p. 58). A autora destaca ainda que o grande trunfo desse método estava na facilidade de manter a disciplina e a economia, já que um único professor ensinava uma grande quantidade de alunos.

Para Lancaster, os monitores eram os responsáveis pela organização geral da escola, da limpeza e, fundamentalmente, da manutenção da ordem, outra tarefa relevante do monitor lancasteriano, posto que ele defendia uma proposta disciplinar de instrução, relacionada a disciplinarização da mente, do corpo e no desenvolvimento de crenças morais próprias da sociedade disciplinar, e não na independência intelectual (NEVES, 2007, p. 11).

Seu sucesso expandiu-se pela Inglaterra, França e, posteriormente, o Brasil.

### **A Monitoria no Brasil**

---

<sup>2</sup> Coletânea de regras de como ensinar, aprender e administrar uma instituição de ensino, utilizada pelos jesuítas com o aval da Igreja Católica, segundo Mesquida (2013).

Segundo Prado Jr (1979), no século XIX, a Monarquia brasileira começou a se preocupar com a crescente população de indivíduos “sobreviventes da escravidão”, ou seja, não eram escravos, nem tampouco donos deles. Uma massa pouco instruída, que poderia causar um caos no país caso não fosse controlada. A maneira mais simples para manter esse controle seria através da educação, dando ênfase à educação disciplinar e comportamental, que incluísse valores religiosos.

Portanto, no século XIX, o então imperador D. Pedro I, decidiu implementar o método lancasteriano como o primeiro método pedagógico para instrução pública no Brasil. Isso começou em 1823, quando decidiu fundar a primeira escola lancasteriana no país.

Tenho promovido os estudos públicos quanto é possível, porém necessita-se para isso uma legislação particular. Fez-se o seguinte; comprou-se para o engrandecimento da biblioteca publica uma grande colleção de livros dos de melhor escolha: argumentou-se o numero de escolas, e algum tanto o ordenado de seus mestres, permitindo-se, além disto, haver um sem numero dellas particulares: conhecendo a vantagem do ensino mutuo, também fiz abrir uma escola do methodo lancasteriano (PINTO, 1872, p. 23).

De acordo com Neves (2007), anos mais tarde, o então imperador D. Pedro I oficializou o Método Lancasteriano como o método pedagógico oficial do país, através da Lei 15 de outubro de 1827. Como o método foi criado de modo a manter as questões de disciplina e hierarquia através de ordens, foi natural que os primeiros a serem orientados fossem os militares, para que, assim, os mesmos se tornassem os primeiros mestres lancasterianos do país.

Têm-se poucos registros sobre a evolução da monitoria depois desses acontecimentos, além de um lento processo de aplicação do método na educação pública durante o século XIX (STEINBACH, 2014, p. 10). Porém, o programa tal qual é conhecido nas universidades teve origem oficial na ditadura militar, por conta da Lei 5.540/68 Art. 41:

As universidades deverão criar as funções de monitor para alunos do curso de graduação que se submeterem a provas específicas, nas quais demonstrem capacidade de desempenho em atividades técnico-didáticas de determinada disciplina.

*Parágrafo único.* As funções de monitor deverão ser remuneradas e consideradas título para posterior ingresso em carreira de magistério superior (BRASIL, 1968 s/p).

A obrigatoriedade de remuneração só seria alterada com a LDB 9.394 de 20/12/1996, permitindo que as IES oferecessem vagas de monitoria voluntária.

### 1.3 Ensino de Cálculo no Brasil

Conforme afirma Silva (2000), até o início do século XX, não havia instituições de ensino no Brasil que formassem professores de matemática para a educação secundária. Os professores que atuavam neste campo eram formados em escolas militares, politécnicas ou até leigos. Somente com a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL), em 1934, que cursos voltados para a formação de professores do ensino secundário foram criados. Em 1939, com a criação da Faculdade Nacional de Filosofia integrante da Universidade do Brasil (FNFi), o Rio de Janeiro também passou a possuir uma escola voltada para esse fim.

A autora ressalta que, mesmo com os jornais da época (Folha de São Paulo) divulgando a FFCL como formadora de professores, era nítida a separação da mesma com o Instituto de Educação. O Instituto que realmente desenvolvia esse papel, já que a Faculdade tinha como objetivo “formar cientistas” (SILVA, 2000, p. 2). Para um aluno conseguir a licença para o magistério, era necessário concluir algum bacharelado e um curso de formação pedagógica no Instituto de Educação. “Em 1938, esse Instituto foi transformado em Seção de Educação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras” (SILVA, 2000, p. 3).

A seguir, tem-se a grade curricular inicial do curso de Matemática da FFCL:

*Quadro 1: Grade curricular da subseção de Matemática da FFCL.*

1º. Ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometria (Analítica e projetiva) Análise Matemática (1ª parte)</li> <li>• Física Geral e Experimental (1ª parte)</li> <li>• Cálculo Vetorial</li> </ul>
2º. Ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise Matemática (2ª parte) Mecânica Racional</li> <li>• Física Geral e Experimental (2ª parte)</li> </ul>
3º. Ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise Matemática (3ª parte) Geometria Superior</li> <li>• História da Matemática</li> </ul>

Fonte: Silva (2000)

Segundo a autora, nesta época, foram chamados professores da Itália, para ficarem responsáveis de ministrar as disciplinas dos cursos de matemática e física; na matemática, o trabalho ficou a cargo do professor Luigi Fantappiè (1901 – 1956). Formado na Universidade de Pisa, na Itália, complementou seus estudos para habilitação em ensino na Escola Normal Superior, além de ter passado pela “Universidade de Sorbone, Colégio de França e Escola Normal

Superior, em Paris, em 1924” (SILVA, 2000, p. 5). Ao chegar ao Brasil, fez de Omar Catunda seu professor assistente.

A convite de Fantappiè, chegou o também italiano Giacomo Albanese (1890 – 1948). Formou-se no Instituto de Física, em Palermo, e fez doutorado na Escola Normal Superior. Chegou a ser “assistente do matemático Severi na Real Universidade de Pádua (SILVA, 2000, p. 7). Chegou à USP em 1936, e teve como discípulo os professores Benedito Castrucci e Edson Farah.

Segundo Silva (2000) Castrucci chegou a relatar que não chegou a cursar a formação pedagógica após o bacharelado por aconselhamento de Fantappiè. De acordo com o italiano, o importante é saber matemática, e deixar a didática de lado. O bom professor teria um “dom inato” de ensinar, sem precisar se preocupar com o resto se não com os conhecimentos específicos de sua disciplina. Já Albanese deixava claro que, independente da velocidade em que fosse ministrado, o importante era que o conteúdo fosse ensinado por inteiro. Silva (2000) aponta que esse foi um modelo seguido adiante, e espelho para os demais professores. Inclusive, criou-se a ideia que o bom mestre era aquele que ministrava uma disciplina difícil, com alto número de reprovações.

O depoimento do professor Moretin pode dar uma ideia dessa concepção:

O professor Catunda dava aulas de Análise Matemática, um curso muito difícil [...] Interessante que quando ele dava aulas, praticamente não escrevia na lousa, ficava falando, falando, mais parecia um professor de Filosofia do que de Matemática. Lembro que no começo do ano éramos em média 60 alunos, mas no fim passavam uns 5; nas provas, a maioria era reprovada. Era um excelente professor (SILVA, 2000, p. 14).

Graças a esses depoimentos, pode-se ter uma noção de onde vem a “naturalidade” ao encarar o alto número de reprovações e evasões nos cursos de ciências exatas de forma geral, com diversas pesquisas sobre o assunto. Barufi (1999) diz que, entre 1990 e 1995, na USP, a porcentagem de reprovação variou entre 20% a 75%; Rezende (2003) aponta que, entre 1996 e 2000, na UFF, a porcentagem de reprovação variou entre 45% a 95%; na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rafael e Escher (2015) mostram que, em 2005, nos cursos de Matemática, Meteorologia, Química, Astronomia, Geologia e Engenharias tiveram índices de “não aprovação” variando entre 42% a 58%; na Universidade Federal do Ceará (UFC), Santos e Neto (2005) revelam que, entre o primeiro semestre de 1989 ao primeiro semestre de 1991, 70,7% dos alunos reprovaram, seja por falta, nota ou desistência; Donel (2015) revela que, numa IES do Paraná,

entre 2011.1 e 2013.1, analisando os cursos de Engenharia de Produção, Engenharia de Alimentos, Engenharia Ambiental e Engenharia Elétrica, apenas 20,9% dos alunos foram aprovados, enquanto os outros 79,1% foram reprovados, sendo 37,8% por nota e 17,9% por nota e frequência; Santos (2018) registrou 59% de reprovação no primeiro semestre de 2017 da Universidade Federal do Amazonas; entre outros. Esses resultados ressaltam como ao decorrer dos anos e em diferentes regiões do país a disciplina tem sido protagonista no que diz respeito à reprovações e desistências nos cursos de Ciências Exatas.

Rafael e Escher (2015) afirmam que as pesquisas relacionadas ao ensino de Cálculo I nas IES têm o cuidado em apresentar o elevado número de reprovações nessa disciplina. Ressaltam ainda que as frequentes reprovações na mesma levam ao abandono do curso e, em certos casos, alunos tendem a não se matricular em cursos superiores cuja disciplina é obrigatória.

De acordo com Oliveira e Raad (2012) existe um mito, uma cultura criada que é “normal reprovar em Cálculo”, e esta cultura é perpetuada pelos próprios professores da disciplina. Existe ainda a ideia que “curso bom é o curso que reprova”, ou que os “melhores professores são os que mais reprovam seus alunos”. “[...] a reprovação em Cálculo é tratada como um fato inerente a esta disciplina, constituindo-se como um traço da cultura do seu ensino” (OLIVEIRA; RAAD, 2012, p. 132).

Essa concepção pode ser consequência da forma como a disciplina começou a ser lecionada no país, como apresentado anteriormente em relatos como o do Professor Moretin (SILVA, 2000).

Baldino (1998) apud Rezende (2003) deixam claro que, nos cursos de Cálculo, é comum que o professor dê preferência ao significado lógico que o resultado, dando ênfase à demonstrações matemáticas (inflando o próprio ego) e acreditando que aquilo é o suficiente para o entendimento do aluno, sendo que, às vezes isso é inútil. Baldino (1998) apud Rezende (2003) nos apresentam o seguinte exemplo:

Um professor, ao terminar a demonstração de que “se uma função  $f$  possui derivada nula em todos os pontos de um intervalo aberto  $I$  então é constante em  $I$ ”, vê-se interpelado por um aluno que lhe faz a seguinte pergunta:

A \_ “Professor, o que o senhor tá querendo mostrar é que um objeto que tem velocidade nula, não se move, e portanto, sua posição permanece constante?”

O professor depois de meditar algum tempo, responde, meio desorientado:

P \_ “Sim... é isso mesmo.”

Então, o aluno dá o golpe final:

A \_ “E precisa?” (BALDINO APUD REZENDE, 2003, p. 12)

Desta forma, Rezende (2003) critica a importância que os professores dão aos significados lógicos quando os alunos podem compreender de forma bem mais eficaz analisando o resultado. “[...] existem outros caminhos para se alcançar à compreensão de uma proposição ou conceito matemático” (REZENDE, 2003, p. 13).

Outra crítica que o autor se refere está justamente no fato de, em aula, os professores se encarregarem das demonstrações, mas determinando aos alunos que aprendam apenas as técnicas. Rezende (2003) expõe a realidade em que os professores exigem nas avaliações que os alunos aprendam a calcular limites, derivadas, antiderivadas, entre outros; totalmente diferente do que o mesmo faz em sala. Pereira (2009) indaga se o aluno realmente sabe o conceito de limite ou apenas as técnicas que os permitem calculá-los (quando o sabem). O mesmo vale para as derivadas. Além disso, o autor afirma que as dificuldades dos alunos sobre o real entendimento de derivação é exposto quando determinado problema exige modelagem matemática; ou seja, os alunos não conseguem aplicar aquele conhecimento.

Cavasotto e Viali (2011) também destacam que, em suas pesquisas, as maiores dificuldades que os professores notaram nos seus alunos tem relação com o ensino fundamental e médio. Os alunos apresentavam dificuldades em assuntos como Álgebra, Funções, Trigonometria e Fatoração. Já os monitores apontaram que as dificuldades vinham de conteúdos como Fatoração, Equações, Funções, Limites, Derivadas, Integrais e Geometria Analítica. Quando perguntado aos professores sobre os principais motivos de reprovação, foram destacados a “falta de conhecimentos preliminares e a falta do hábito de estudar” (CAVASOTTO; VIALI, 2011, p. 22).

Seguindo a mesma premissa, Pereira (2009) explicita que a forma como conteúdos de função são ensinados no ensino médio contribuem com esse pensamento: os alunos aprendem apenas a calcular raízes, ou a identificar crescimento ou decrescimento, sem entender exatamente as variações de uma função.

## **CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS**

### **2.1 Psicologia Educacional para a Monitoria de Cálculo I: Sóciointeratividade de Vygotsky**

Não são muitos os estudos que exploram a monitoria, entretanto, Natario (2001) reuniu dados significativamente positivos sobre a utilização do programa, tanto na educação básica como no ensino superior. (O'donnell et al., 1986 apud Natario (2001) afirmam que, numa pesquisa entre universitários, “a aprendizagem cooperativa entre colegas de mesmo grau facilita o desenvolvimento acadêmico” (NATARIO, 2001, p. 15).

Sobral (1995), investigando alunos de medicina da Universidade de Brasília, percebeu que os debates em grupos tendo um monitor como tutor tiveram melhores resultados no rendimento cognitivo que os estudos individuais, destacando a interação entre os participantes. Natario (2001) afirma também que Coles e Holm (1993) chegaram à uma conclusão parecida, percebendo que o desempenho cognitivo é aprimorado quando acontecem debates em grupos pequenos mediados por um monitor.

Esses resultados corroboram a ideia de socio-interatividade de Vygotsky. Garton (1992) afirma que interação social é nada mais que um intercâmbio de informações (normalmente promovida entre pessoas), em que ambos possuam possibilidade de fala; ou seja, a comunicação precisa ser recíproca e bidirecional. Já Lefrançois, Magyar e Lomônaco (2008) aponta que, para Vygotsky, interação social é a relação da criança com a Cultura, que pode ser interpretada como o meio social. Steinbach (2014) relaciona a monitoria com a teoria de Vygotsky:

Percebe-se, em sua aplicabilidade, que tal prática conserva a concepção original, pela qual os estudantes mais adiantados nos programas escolares auxiliavam na instrução e na orientação de seus colegas. Os monitores desempenham, assim, uma tarefa de intermediários, algo que se aproxima à concretização da “Zona de Desenvolvimento Proximal”, conforme teorização de Vigotsky (1984) (STEINBACH, 2014, p. 3).

Conforme afirma Vygotski (1991), o ser humano possui dois níveis de desenvolvimento: desenvolvimento real e desenvolvimento potencial. O nível de desenvolvimento real se caracteriza por atividades que a criança consegue realizar sozinha, sem a necessidade de ajuda. Já o nível de desenvolvimento potencial reflete naquilo que ela não consegue realizar sozinha; entretanto, com a ajuda de um adulto, ou de uma criança mais experiente, conseguiria realizar.

Este era o nível que mais interessava Vygotsky, pois o mesmo aponta o quanto a criança está propensa a aprender, diferente do desenvolvimento real, que trata-se de um ciclo completo. Assim, o autor define a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) da seguinte forma: “A Zona de Desenvolvimento Proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário” (VYGOTSKI, 1991, p. 58).

Ainda fazendo o elo entre a ZDP e a monitoria, Topping (1996) apud Natario (2001) afirmam que as correntes construtivistas ressaltam os benefícios de uma aprendizagem auxiliada por tutorias, e que isso pode ser ampliado para a monitoria, ao realizar tarefas cujo nível de dificuldade se situem na ZDP entre professor e monitor, assim como entre monitor e monitorado.

Frison (2016), numa pesquisa que busca analisar se a monitoria potencializa a aprendizagem colaborativa de alunos universitários, destaca o progresso de 15 estudantes que participaram de grupos de estudo com monitores. Em seus relatos, o diálogo e troca de experiências envolvendo monitor e alunos, refletindo no seu comprometimento e responsabilidade com os estudos. A partir desses resultados, a autora afirma que a monitoria atua, sob à luz da teoria de Vygotski, em duplo movimento: intrapsicológicos e interpsicológico. Vygotsky (1995) afirma que movimento interpsicológico advém do envolvimento com outras pessoas, em seguida o intrapsicológico que ocorre no “interior da criança”.

A autora teve como principais resultados em perguntas fechadas sobre a monitoria: melhora de comunicação com os colegas; estudar mais que antes da monitoria; melhora no planejamento de tarefas; identificação das principais dificuldades; melhora nas notas; melhora na presença; notas maiores que em outras disciplinas que não possuem monitoria.

Natario (2001) elaborou uma pesquisa que buscava identificar as contribuições da monitoria (principalmente para os monitores) em cursos de Ciências Biológicas e da Saúde em uma Universidade de São Paulo. Dentre seus resultados, quando questionados sobre os principais motivos para os monitores escolherem tal função, as três alternativas mais citadas foram “afinidade pela disciplina”, “remuneração financeira” e “exercer uma atividade extra-curricular”. Além disso, obteve resultados expressivos sobre o “interesse

em seguir a carreira de professor universitário” e “aprofundamento de conhecimentos na disciplina”.

A autora elaborou questionários para serem respondidos antes e depois do exercício da monitoria. Quanto ao papel do monitor antes de exercerem a função: 100% dos participantes afirmaram que suas atividades estavam voltadas para o conhecimento teórico e prático da disciplina a qual estavam encarregados, 21,5% responderam ter responsabilidades burocráticas (como providenciar material, transcrever notas, etc.), e 15,8% afirmaram que suas atividades tinham responsabilidade no apoio emocional. Ao serem questionados depois do exercício da função, 52,6% destacaram o apoio emocional. Natario (2001) concluiu que o desvio de função do papel do monitor (que deveria ser voltado apenas para o ensino/aprendizagem das disciplinas) é muito comum.

Quanto às dificuldades encontradas antes do exercício da função, as respostas mais expressivas foram a burocracia para obter material, falta de conhecimento teórico (do monitor) e falta de espaço e tempo para ser orientado. Entretanto, após o exercício, as respostas mais destacadas foram a solicitação excessiva dos alunos ou nenhuma dificuldade. Falta de conhecimento teórico e falta de leitura ficaram empatados, mas quantitativamente menores comparadas às respostas anteriores.

Já as principais características necessárias para exercer a função de monitor, segundo Natario (2001) são:

“... interesse em aprender; cooperação; bom senso; equilíbrio; cumplicidade; gostar da matéria; paciência; responsabilidade; interesse em partilhar os próprios conhecimentos; interesse na atualização permanente; dinamismo; bom relacionamento interpessoal; empenho” (NATARIO, 2001, p. 65).

Steinbach (2015), objetivando caracterizar as concepções sócio-históricas da monitoria na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), obteve relatos provenientes de entrevistas semiestruturadas de professores sobre seus entendimentos do programa. Através de um dos relatos, a autora conclui que, assim como Natario (2001), o monitor, ao mesmo tempo que ensina, aprende:

Se olharmos pelo lado do monitor, está incentivando ele a aprender mais, porque alguém que vai tirar dúvidas tem que estudar bastante. Não adianta dizer que vai ficar lá, se expor a um aluno que vem com dúvidas e não se preparar [...]. Conseqüentemente, o monitor acaba aprendendo muito mais do que teria aprendido se simplesmente fosse a uma aula (STEINBACH, 2015, p. 118).

Além disso, outro relato destaca que o monitor acaba sendo um intermediário entre o professor e os alunos, fazendo a mediação da aprendizagem:

Então o monitor, pelo fato de estar mais próximo, sair do meio do adolescente, do aluno, ele está falando a linguagem do aluno, consegue fazer essa mediação entre aquilo que o professor fala, o conhecimento que o professor está detendo e a linguagem do aluno (STEINBACH, 2015, p. 120).

A autora destaca um relato ainda sobre aproximação da monitoria com a docência, assim como Natario (2001):

Não querendo colocar na posição do professor, mas dentro das capacidades que ele tem, das limitações que ele tem, porque ainda é aluno em formação, ele está exercendo, sim, a docência. E a gente entende que uma das importâncias do monitor é estar iniciando também uma docência universitária, estar despertando esse lado pela academia (STEINBACH, 2015, p. 121 – 122).

Ao destacar diversos relatos dos entrevistados, Steinbach (2015) chega à mesma conclusão de Natario (2001) sobre a concepção do papel do monitor:

A análise das respostas dos entrevistados sobre as funções que os monitores devem desempenhar podem ser agrupadas em três (3) categorias, sendo elas: “atividades voltadas ao conhecimento teórico e/ou prático”; “atividades voltadas ao apoio emocional”; e “atividades burocráticas” (STEINBACH, 2015, p. 124).

A autora exemplifica as atividades de conhecimento teórico como “esclarecimento de dúvidas; explicação de conceitos; auxílio no laboratório; contato com pesquisa bibliográfica” (STEINBACH, 2015, p. 125). Já as atividades burocráticas envolvem averiguação de notas ou preenchimento de frequências. Por fim, as de apoio emocional envolvem incentivo aos estudos e mediar a relação entre professor e aluno.

A palavra *mediação* e *intermediário* se destacam entre alguns relatos obtidos por Steinbach (2015), novamente reforçando a relação da monitoria com a Sócio-interatividade de Vygotsky:

Eu acho que o mais interessante é guardar, é localizar o monitor nesse espaço intermediário que ele passa a ocupar, entende? [...] Ou seja, aprendem que não devem monopolizar o espaço, monopolizar o debate e aprendem também que a voz deles é importante, se espera que eles estão ali também para contribuir com a discussão, então isso é muito legal! Quando os monitores atuam desse jeito próximo, os alunos veem no monitor um cúmplice, um interlocutor, e às vezes acionam o monitor para tratar de uma dificuldade específica (E4).

Eu acho que com a monitoria, com esse interlocutor, esse mediador, eu acho que o aluno ganha uma possibilidade a mais para estar esclarecendo suas dúvidas, para estar aprendendo com mais

profundidade o conteúdo, com mais segurança (E6). (STEINBACH, 2015, p. 125 – 126).

Dentre os principais motivos que os entrevistados acreditam que levam os alunos a se candidatarem à vaga de monitor, Steinbach (2015) revela três principais resultados: “renumeração financeira”, “interesse pela disciplina” e “interesse em continuar a formação acadêmica”.

Apoio financeiro é o grande diferencial, ou seja, um dos grandes motivos iniciais (E3).

O gosto da modalidade, pelo prazer, o gostar da disciplina (E2).

Nosso programa de pós-graduação de química tem mestrado e doutorado e nós estamos dentro das sete melhores do Brasil, com conceito máximo pela CAPES, e é bastante concorrido, então para entrar no mestrado e doutorado a monitoria também conta (E5). (STEINBACH, 2015, p. 135).

Vicenzi et al. (2016), numa pesquisa cujo objetivo era identificar a percepção do monitor sobre a monitoria, ao realizarem um questionário que averiguava os impactos positivos da monitoria, destacam: melhora na postura de apresentação de seminários; desenvolvimento de novos métodos de ensino; melhora no desempenho de atividades em grupo e identificação com a carreira acadêmica.

## **2.2 Design-Based Research (Pesquisa Baseada em Design)**

Alguns autores (FOUREZ, 2003; KARIOTOGLOU; TSELFES, 2000; MÉHEUT; PSILLOS, 2004; KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017) comentam que existe uma preocupação urgente em renovar os currículos de ensino de ciências pelo mundo. Kneubil e Pietrocola (2017) fazem referência ao que Fourez (2003) afirmava sobre uma “crise no ensino de ciências”, em que governos se atentariam à fragilidade dos métodos de educação científica e financiariam projetos para sua renovação. Um modelo surgido na década de 90 que promete esse tipo de renovação é a Pesquisa Baseada em Design, apresentada por Brown (1992) e Collins (1992). Outros autores utilizaram o mesmo tipo de pesquisa com outras denominações, como *design experiment* (BROWN, 1992), *developmental research* (RICHEY; KLEIN; NELSON, 2004), até chegarmos ao documento que identifica a pesquisa como a conhecemos, *design-based research* (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003 APUD KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

A metodologia DBR consiste numa espécie de gerenciamento de controle do processo de produção e implementação de uma inovação educacional em contextos escolares reais. Assim, a DBR pode ser

considerada numa espécie de teoria sobre a metodologia e organiza de maneira coerente o processo de levar à sala de aula uma inovação curricular e/ou pedagógica. (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 2).

Conforme Kneubil e Pietrocola (2017), a pesquisa baseada em design controla todo o processo, desde sua criação até o resultado final. Afirmam ainda que é muito importante analisar os resultados para o seu aprimoramento, já que a DBR é conhecida pelo seu funcionamento em ciclos. Collins, Joseph; Bielaczyc (2004) apud Kneubil e Pietrocola (2017) comparam a DBR com a indústria automobilística:

[...] experimentos de design foram desenvolvidos como uma forma de realizar uma pesquisa formativa para testar e aperfeiçoar projetos educacionais com base em princípios teóricos derivados de prévia pesquisa. Esta abordagem de refinamento progressivo em 'design' envolve a colocação de uma primeira versão de um projeto para o mundo ver como ele funciona. Em seguida, o projeto é constantemente revisado baseado na experiência, até que todos os erros sejam trabalhados. O refinamento progressivo na indústria de carros foi lançado pelos japoneses, que ao contrário dos fabricantes americanos de automóveis, atualizam seus projetos com frequência, ao invés de esperar anos por um modelo de transição para aperfeiçoar projetos passados. A abordagem é também a base do estudo das aulas japonesas, onde grupos de professores se reúnem para aperfeiçoar suas práticas de ensino. (COLLINS; JOSEPH; BIELACZYC, 2004, p. 18 APUD KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 3).

Este tipo de investigação costuma utilizar conjuntos de análises de dados descritivos, análise sistemática e consenso na interpretação dos resultados. Sua intenção é investigar de forma mais ampla a natureza da aprendizagem num sistema complexo e refinar as teorias generativas ou preditivas da aprendizagem (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003).

A DBR costuma ser utilizada para planejar, avaliar e implementar *Teaching-Learning Sequences* (Sequências de Ensino e Aprendizagem) de conteúdos de ciências. Isso ocorre devido à crítica quanto ao excesso de teorias de aprendizagem, com pouca aplicação prática no processo de ensino, focando apenas em contextos gerais, e não no conhecimento/conteúdo específico das ciências (AKKER, 1999; LIJNSE; KLAASSEN, 2004 APUD KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

A partir dessas ideias, vários pesquisadores europeus têm se dedicado a produzir sequências didáticas, argumentando que a produção de atividades direcionadas à sala de aula de um tema específico é um tipo

de pesquisa de desenvolvimento, envolvendo uma inter-relação entre projeto, desenvolvimento e aplicação de sequências de ensino sobre um assunto, geralmente destinado às poucas semanas, num processo cíclico evolucionário ilustrado por ricos dados de pesquisa (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 5).

Lijnse (2010) apud Kneubil e Pietrocola (2017) afirmam que diversos princípios de design podem basear uma *Teaching-Learning Sequence* (TLS). Nesta pesquisa, será utilizada a sociointeratividade de Vygotsky para basear os princípios do design, e serão levados em consideração a concepção e perspectivas dos *monitores, alunos e professores*.

### **2.2.1 Etapas da TLS**

Segundo Kneubil e Pietrocola (2017), a TLS possui 5 etapas: seleção do tema, design, implementação, avaliação e re-design. De acordo com os autores, essas etapas são gerenciadas por uma equipe de pesquisadores, entre professores e especialistas onde a sequência será implementada.

#### **2.2.1.1 Seleção do Tema**

Várias podem ser as motivações que podem levar um pesquisador a querer melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem dos alunos. As inovações podem ser tanto didáticas, que procura melhorar a forma como determinado conteúdo é ensinado, como científicas, que busca normalmente inserir determinado conteúdo num nível de ensino diferente.

Os princípios de *design* são os norteadores da elaboração da intervenção que será produzida na etapa do *design*. Embora a pesquisa DBR tenha uma forte ênfase metodológica, não há como desconsiderar o papel de pressupostos teóricos na definição 'do que' e 'de como' será ensinado. São estes pressupostos teóricos, os princípios de *design*, que servem de base no planejamento de uma intervenção, podendo ser epistemológicos, didáticos, axiológicos, de aprendizagem ou, ainda, uma combinação deles. (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 8).

Como esta pesquisa busca otimizar a monitoria de Cálculo I como um todo, os temas em geral são Limites, Derivadas e Integrais.

#### **2.2.1.2 Design**

O design não possui uma regra para sua implementação, no entanto, Kneubil e Pietrocola (2017) recomendam que o professor participe da sua implementação. Com a equipe pronta, o design começa a ser construído baseados nos princípios selecionados inicialmente. Estes princípios normalmente não são aplicáveis a conteúdos particulares, portanto, são

necessários *objetivos específicos* para cada conteúdo a ser ensinado, e são caracterizados por verbos ou ações, por exemplo: **identificar** e/ou **resolver** uma *integral imprópria*, **demonstrar** a regra da cadeia, etc.

Ao final desta etapa, é esperado que o grupo tenha desenvolvido um produto, ou seja, um material didático concreto com uma série de instruções para o professor implementador. Esse material pode ser considerado uma espécie de guia para o professor, contendo um roteiro da sequência didática inteira, os objetivos específicos, os conteúdos abordados, as atividades sugeridas para os alunos, outras leituras, gabaritos, além de comentários sobre aspectos a serem valorizados, formas de abordagem, etc. Esse material pode, inclusive, ser disponibilizado para que outros professores o utilizem, mesmo aqueles que não tenham participado do *design*. (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 9).

### **2.2.1.3 Implementação**

A implementação pode ou não contar com os professores colaboradores do design criado, embora Kneubil e Pietrocola (2017) afirmem que é extremamente positiva a participação desse grupo, principalmente na etapa seguinte, a avaliação. Ao dominar o conteúdo e tenha se preparado, a avaliação do design se limitará apenas à avaliação da sequência e suas estratégias.

Essa etapa é muito importante na TLS, pois ela pode gerar todo o material que se transformará em dados para a análise. Por isso, a coleta de dados não pode ser tratada sem cuidado na etapa da implementação. A questão de fundo, colocada anteriormente, deve nortear a coleta de dados e a análise e, dependendo da sua natureza, qualitativa ou quantitativa, instrumentos de avaliação complementares devem ser buscados em referenciais externos com outras metodologias (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 10).

Ao se tratar da monitoria de Cálculo I, os monitores são os principais agentes do design implementado. Portanto, nem sempre é possível que o mesmo possa continuar exercendo a mesma função nos períodos seguintes, portanto, não é garantida a sua participação na implementação, cabendo a outro monitor esta tarefa.

### **2.2.1.4 Avaliação**

A construção do design baseia-se em pesquisas anteriores, mas a avaliação do mesmo está relacionada aos objetivos específicos do mesmo. Pretende-se, nessa etapa, analisar a fidelidade aos princípios iniciais. Segundo Akker (1999), três dimensões devem ser levadas em consideração nesta etapa: validade, efetividade e praticidade da sequência.

Validade refere-se ao grau em que o projeto de intervenção se baseia no conhecimento (estado da arte do conhecimento), e em que vários

componentes da intervenção estão constantemente ligados uns aos outros (validade de constructo) e pode adequadamente ser avaliada por peritos em avaliação. Praticidade refere-se ao grau com que os usuários (e outros especialistas) consideram a intervenção atraente e utilizável para condições "normais". Eficácia refere-se ao grau em que as experiências e os resultados da intervenção são consistentes com os objetivos pretendidos. (AKKER, 1999, p.10).

Por conta de todos esses elementos, a coleta de dados, seja qualitativa, seja quantitativa, está inteiramente relacionada à avaliação, sendo fundamental para a “última etapa”<sup>3</sup>, o re-design.

Na prática, esta pesquisa começa com a avaliação: a coleta dos resultados do teste quantitativo e relatos de monitores, professores e alunos, que darão uma base para a construção de um novo design de monitoria, tanto em relação a contextos didático-pedagógicos entre alunos e monitores, como elementos de relação social e aspectos externos que influenciam na sua implementação.

### **2.2.1.5 Re-design**

Nesta etapa, tudo o que foi analisado durante avaliação é levado em consideração com o objetivo de re-projetar o design inicial. Os sucessos e fracassos quanto aos objetivos específicos do design são colocados em pauta, para que seja realizada uma nova implementação. Ao ser construído o re-design, o objetivo geral da pesquisa foi atingido, e servirá de base para futuros estudos envolvendo a monitoria e ensino de Cálculo no lócus da pesquisa. Por falta de tempo hábil, não foi possível implementar o re-design, que poderá ser realizado em futuros estudos sobre o tema.

## **CAPÍTULO 3 – REVISÃO DE LITERATURA**

Ao mesmo tempo que era necessário um estudo prévio para embasar os resultados obtidos nesta pesquisa quanto a Monitoria de Cálculo I, também foi preciso realizar um levantamento de obras que justificassem a utilização do instrumento escolhido para a recolha de dados quantitativos e servissem como modelo para a análise dos resultados. Portanto, A revisão de literatura desta pesquisa foi dividida em duas etapas:

- Levantamento sobre a Monitoria de Cálculo I
- Levantamento sobre o teste PCA (Precalculus Concept Assessment)

---

<sup>3</sup> Como o design está sempre sendo aprimorado, não é um produto acabado. Portanto, uma etapa nunca pode ser considerada a última.

### 3.1 Levantamento sobre Monitoria de Cálculo

Não foram tantas as pesquisas que focam na monitoria de Cálculo I no Brasil encontradas durante a revisão de literatura desta pesquisa. Foram escolhidos três mecanismos de busca: Periódicos Capes, Research Gate e Scholar Google.

Ao serem utilizados os descritores “monitoria” e “Cálculo” na biblioteca digital “Periódicos Capes”, analisando título e resumo, foram encontrados **7** resultados que, inicialmente, se adequariam ao propósito de investigar estudos que apresentem resultados significativos quanto ao objeto de estudo desta pesquisa. Entretanto, ao serem analisados os resultados de cada pesquisa, apenas **5** apresentavam dados relevantes para a investigação.

No mecanismo de busca Research Gate, utilizando os mesmos descritores, apenas 1 (um) resultado foi encontrado, coincidindo com um mesmo estudo encontrado nos Periódicos Capes. Para ampliar o número de estudos, foi utilizado o Scholar Google. Neste mecanismo de busca, 45 resultados (incluindo os encontrados no indexador Periódicos Capes) que continham os descritores “monitoria” e “Cálculo” no resumo e/ou título; contudo, a maior parte desses resultados ou apresentava resultados rasos, ou continham apenas resumos, sem qualquer tipo de referência ou resultados confiáveis.

Analisando precisamente cada estudo encontrado, ao todo, 13 pesquisas foram selecionadas, entre teses, dissertações, monografia, artigos de revista e resumos de congresso, abrangendo tanto dados qualitativos quanto quantitativos da aplicação da monitoria na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I em diferentes IES pelo Brasil.

*Quadro 2: Revisão de literatura*

PLATAFORMA	TÍTULO	TIPO DE PUBLICAÇÃO	AUTOR(ES)
<b>Anais do VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática:</b>	Monitorias Nos Cursos Iniciais De Cálculo: Um Olhar Sobre Os Resultados A Partir De Dados Estatísticos	Resumo de Artigo de Congresso	(CABRERA et al., 2013)
<b>Biblioteca Digital de Teses e Dissertações PUCRS</b>	Monitoria De Cálculo E Processo De Aprendizagem: Perspectivas À Luz Da Sociointeratividade E Da Teoria Dos Três Mundos Da Matemática	Tese de Doutorado	(FLORES, 2018)
<b>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</b>	Análise Das Monitorias De Cálculo E De Física: Um Estudo	Artigo de Revista	(FLORES; LIMA;

	De Caso Em Cursos De Engenharia		FONTELLA, 2017)
<b>Editora Realize</b>	Contribuições do Projeto de Monitoria para o Processo de Ensino-Aprendizagem no Ensino de Matemática	Resumo de Artigo de Congresso	(OLIVEIRA; BORGES, 2018)
<b>Anais da Jornada Científica e de Extensão (2017)</b>	O Avanço que a Monitoria Proporciona ao Aprendizado de Cálculo	Resumo de Artigo de Congresso	(BARBOZA; LIMA, 2017)
<b>Periódicos UNIFESSPA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevância e Resultados da Monitoria de Cálculo I e II;</li> <li>• Monitoria Geral 2017.2 – Cálculo 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resumo de Artigo de Congresso;</li> <li>• Resumo de Artigo de Congresso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (OLIVEIRA; RODRIGUES; DANTAS, 2017)</li> <li>• (FERNANDES; PRADO; ROCHA, 2018)</li> </ul>
<b>Repositório Institucional Universidade LaSalle:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores de Permanência na Educação Superior: O Caso da Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I;</li> <li>• Acadêmicos que Frequentam a Monitoria: Comprometimento e Aprovação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissertação de Mestrado;</li> <li>• Resumo de artigo de Congresso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (GOMES, 2015)</li> <li>• (FELICETTI; GOMES; FOSSATTI, 2013)</li> </ul>
<b>Repositório Roca</b>	A Importância e as Contribuições da Monitoria nos Cursos de Engenharia da UTFPR -Medianeira	Monografia de especialização	(CÁCERES, 2013)
<b>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática:</b>	A Monitoria de Cálculo e a Formação do Professor de Engenharia	Artigo de Revista	(FLORES; LIMA; MÜLLER, 2017)
<b>Revista Educação, Cultura e Sociedade</b>	Sistemas Recomendadores de Conteúdo como Estratégia para Apoiar Alunos com Dificuldade nas Disciplinas de Cálculo	Artigo de Revista	(BERSCH; NASCIMENTO; BACKENDORF, 2015)
<b>Revista Interdisciplinar Científica Aplicada</b>	Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Monitoria de Cálculo I	Artigo de revista	(MORAES, 2011)

Fonte: Autor

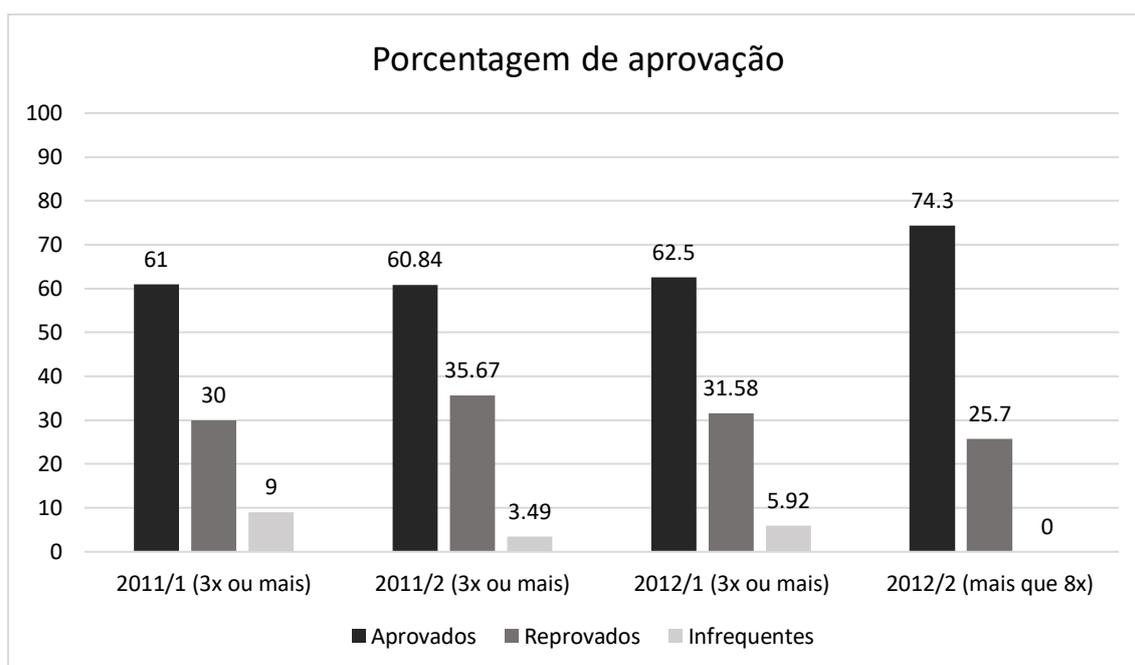
O levantamento mostra poucas pesquisas publicadas em revistas, concentrando-se em trabalhos de congressos e palestras. Boa parte desses trabalhos (CABRERA et al., 2013; FELICETTI; GOMES; FOSSATTI, 2013; FERNANDES; PRADO; ROCHA, 2018) objetivou explicitar através de dados quantitativos a porcentagem de alunos que buscaram a Monitoria de Cálculo e sua relação com o número de alunos aprovados, enquanto que outros (FLORES, 2018; FLORES; LIMA; MÜLLER, 2017), preocuparam-se em coletar dados qualitativos também, através de entrevistas ou questionários.

Cabrera et al., (2013), cuja pesquisa teve como lócus a Universidade Federal de Pelotas (UFPel), afirmam que os próprios professores do Departamento de Matemática e Estatística (DME) da UFPel tomaram a iniciativa

de criar o Projeto de Ensino Tópicos de Matemática Elementar: Matemática Básica – Iniciação ao Cálculo (PME), pois estavam preocupados com o alto número de reprovações e evasões nos primeiros semestres dos cursos, os quais a disciplina é lecionada. Nesse projeto, são selecionados um monitor por turma, que irá auxiliar os alunos com conteúdos pré-requisitos para o entendimento da disciplina de Cálculo. Além do atendimento aos alunos, coube aos monitores elaborar o material didático e de divulgação do projeto, coletar os dados estatísticos de aprovação e estudar programas computacionais para usarem como ferramenta no ensino de Matemática.

Os resultados encontrados pelos autores mostram que, nos dois semestres de 2011 e 2012, dos alunos que procuraram o projeto pelo menos três vezes, a porcentagem de aprovação foi superior a 60%. Seguem abaixo os resultados encontrados:

Figura 2: Porcentagem de aprovação dos frequentes à monitoria



Fonte: Cabrera et al., (2013)

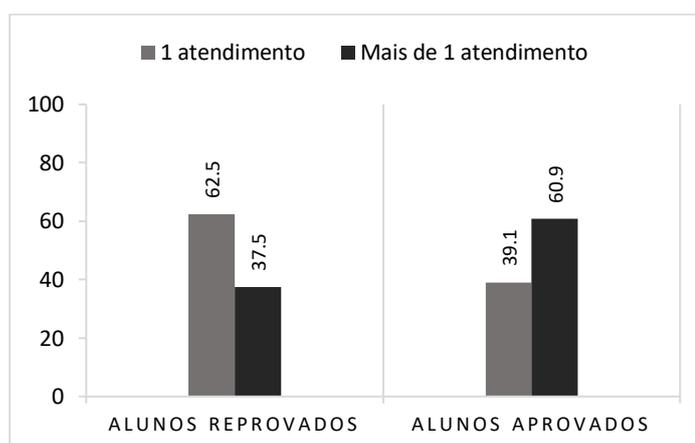
Importante destacar que no segundo semestre de 2012/2, os alunos que frequentaram pelo menos 8 vezes a monitoria tiveram mais de 74% de aprovação, ou seja, os autores fazem uma relação direta entre uma alta frequência e o sucesso nas disciplinas iniciais.

Já Felicetti, Gomes e Fossatti (2013) numa pesquisa buscando analisar o desempenho dos alunos que buscaram o auxílio da monitoria de uma IES no Rio Grande do Sul, notaram que, na disciplina de Cálculo, a porcentagem de

aprovação dos alunos que procuraram a monitoria foi de 71,4%, enquanto que, num contexto geral, a porcentagem de aprovação foi de apenas 39,6%. Além disso, os estudos revelaram que quanto maior a frequência dos alunos nas monitorias agendadas, maiores são as suas chances de aprovação. A monitoria desta instituição conta com uma monitora titular, licenciada em Matemática, monitores acadêmicos e um monitor voluntário, mestrando em educação e também licenciado em Matemática.

Os autores sugerem que a cultura de “estudar na véspera da prova”, e conseqüentemente a procura pelo monitor apenas em situações críticas precisa ser combatida. O seguinte gráfico compara o desempenho dos alunos que procuraram o monitor apenas uma vez, e dos que tiveram presença frequente:

Figura 3: Número de atendimentos x reprovação/aprovação (porcentagem)



Fonte: Felicetti, Gomes e Fossatti (2013)

Os autores concluem que os professores podem ajudar, informando sobre os atendimentos de monitoria e a importância do hábito de estudar, entretanto, não basta apenas frequentar a monitoria, mas o “gosto pelo estudo” e comprometimento dos alunos para mudar a “cultura de reprovação”, tanto em Cálculo como em outras disciplinas de Ciências Exatas.

Outro estudo aponta essa “falta de comprometimento” com os estudos. Feito numa IES no sul do Brasil que busca identificar como as monitorias de Cálculo e Física são organizadas e desenvolvidas, Flores, Lima e Fontella (2017) ouviram relatos de monitores, indicando os obstáculos que os mesmos percebiam para auxiliar os alunos. Um desses relatos foi o fato de alguns estudantes buscarem a monitoria apenas na véspera das provas: “Nos períodos próximos à época de provas tem mais procura” e “Claro que também tem aquele

*caso que só vem ali porque a prova é amanhã*” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 59).

Outros pontos importantes encontrados na pesquisa corroboram dados de Oliveira e Raad (2012) sobre a naturalidade que é colocada nas dificuldades dessas disciplinas e com Cavasotto e Viali (2011) sobre as dificuldades advindas do ensino fundamental e médio:

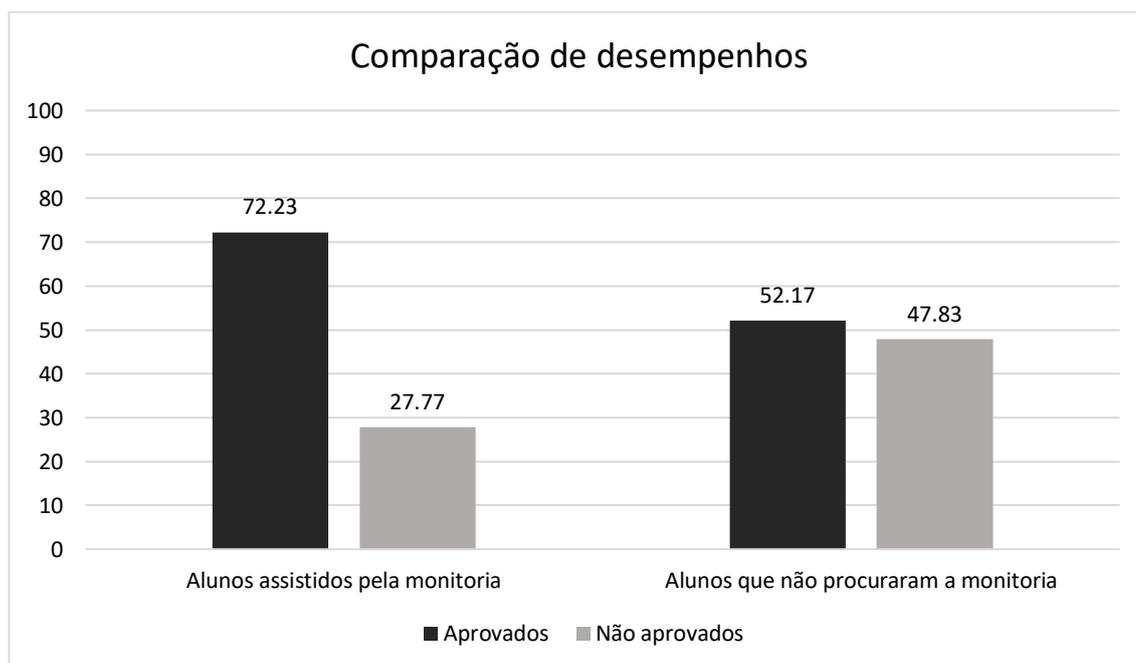
“A gente viu que os alunos não tinham aquelas habilidades matemáticas necessárias daquele aluno que frequenta, vamos imaginar o Ensino Regular” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 58).  
“Eles precisam desse apoio para resgatar essa deficiência que basicamente é uma deficiência do histórico escolar deles” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 58).

“Na verdade, nós só temos [monitorias] para aquilo que ninguém entende (risos)” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 55)

Os autores sugerem que exista uma ligação entre a atividade docente e o programa, “com integração das partes, bem como o controle da participação e das atividades desenvolvidas. Assim, (a) monitoria [...] pode contribuir mais substancialmente para a formação do estudante” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 61).

Gomes (2015), em sua dissertação de mestrado que tinha como objetivo identificar indicadores que representassem sucesso ou fracasso nas disciplinas de Cálculo e Matemática elementar, ressaltou a importância da monitoria para a aprovação dos alunos nos cursos de engenharia numa Instituição Comunitária de Educação Superior do Rio Grande do Sul, percebendo que os alunos que procuraram a ajuda da monitoria obtiveram uma porcentagem maior de aprovação (72,23%) que de reprovação, enquanto que os alunos que não procuraram os monitores tiveram um percentual de aprovação menor (52,17%).

Figura 4: Comparação de desempenhos



Fonte: Gomes (2015)

A autora ressalta que

Participar do Programa de Monitoria apresentou-se como um indicador de sucesso para os alunos que cursaram Cálculo, posto que o programa contribui com a formação do aluno ao fornecer-lhe auxílio específico em determinada disciplina ou conteúdo" (GOMES, 2015, p. 200).

Gomes (2015) apresenta ainda uma lista de fatores que contribuem para o insucesso dos alunos na disciplina:

Quadro 3: fatores de insucesso

- Não utilizar o Programa de Monitoria oferecido pela IES.
- Obter média em Matemática Elementar entre 6 e 6,9.
- Alunos provenientes de modalidade de ensino com caráter acelerado (EJA e certificação).
- Ingressar na IES após longo período de afastamento da conclusão do Ensino Médio.
- Conciliar trabalho e estudos.

Fonte: Gomes (2015)

Entretanto, a autora apresenta uma série de fatores de impacto que estão relacionadas a boas práticas de aprendizagem, que influenciam diretamente no desempenho dos alunos no ensino superior:

Quadro 4: Fatores de sucesso

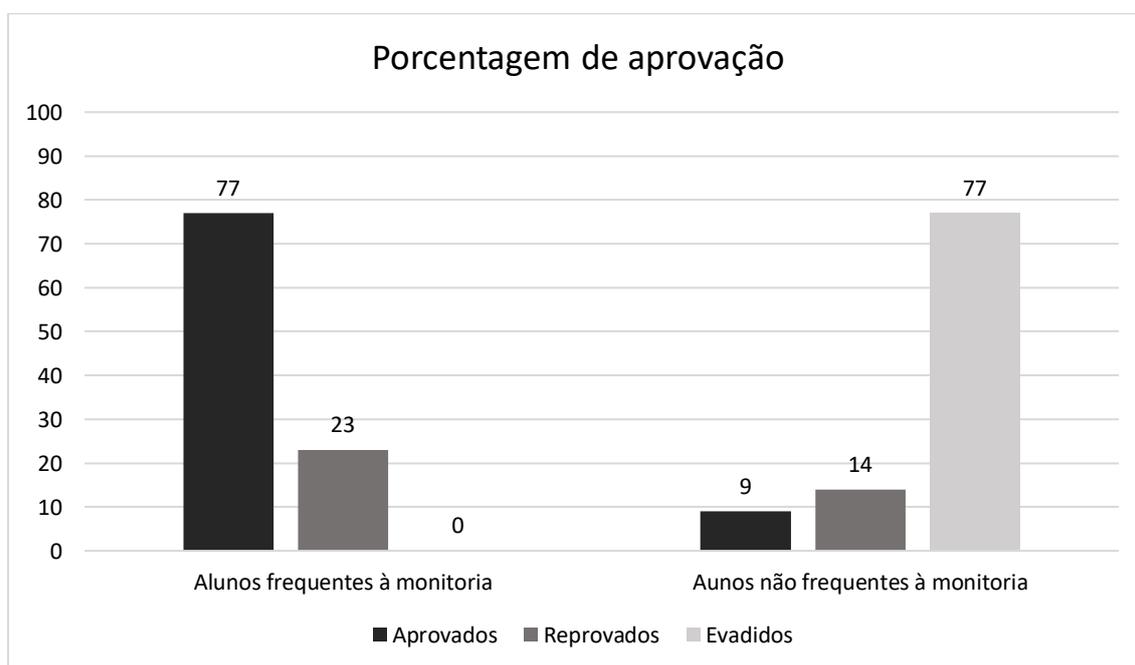
- Rotina intensa de estudos.
- Satisfação com o curso.
- Conhecer o Mercado de Trabalho.

- Utilizar o programa de Monitoria.
- Satisfação com a disciplina.
- Conhecer o curso de ingresso.
- Estudar com os colegas.
- Satisfação com a IES.
- Ter facilidade e gostar de Matemática.
- Ter bom aproveitamento na disciplina de Matemática Elementar.

Fonte: Gomes (2015)

Barboza e Lima (2017), num estudo realizado no primeiro semestre de 2017 com o curso de Sistemas de Informação, na Universidade de Pernambuco (UPE), notaram que a taxa de aprovação em Cálculo I dos alunos frequentes da monitoria chegou perto dos 80%. Vale destacar que na primeira semana de aula, foram ministradas aulas de Pré-Cálculo, deixando a cargo dos monitores revisar os conteúdos específicos da disciplina de Cálculo.

Figura 5: Comparação entre "frequentes" e "não frequentes"



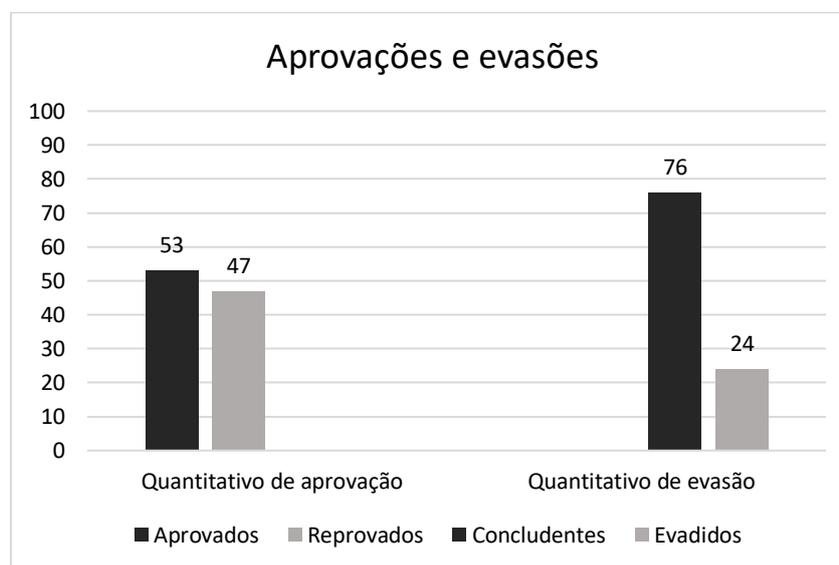
Fonte: Barboza e Lima (2017)

Os autores concluem que a monitoria é imprescindível para a continuidade no curso, e que os alunos que a frequentaram tendem a ter um bom desempenho na disciplina seguinte, Cálculo II.

Entretanto, Fernandes, Prado e Rocha (2018), num estudo envolvendo a disciplina de Cálculo I na UNIFESPA, no semestre 2017.2, revelaram esperar

resultados melhores no que tange ao quantitativo de aprovações. Numa turma com 55 alunos, que dispunha de um monitor bolsista e um monitor voluntário, os autores apresentaram os seguintes resultados:

Figura 6: Dados de aprovação e evasão



Fonte: Fernandes, Prado e Rocha (2018).

Os autores atribuem a taxa de aprovação menor que o esperado por conta da baixa frequência dos alunos aos encontros semanais com os monitores, embora tenham concluído como positivo o número de evasões, visto que este valor diminuiu comparado aos semestres anteriores.

Em outro estudo também na UNIFESPA, no semestre 2016.4, Oliveira, Rodrigues e Dantas (2017) notaram que, dentre os alunos dos cursos de engenharia elétrica e computação que procuraram a monitoria, houve um índice de reprovação e desistência de 61%. Citando especificamente os alunos de cada curso, na engenharia elétrica, 12% reprovaram e 39% desistiram de um total de 33 alunos. Já da engenharia da computação, 10% reprovaram e 61% desistiram de um total de 31 alunos. Os autores atribuem esses números negativos ao fato de haver apenas um monitor para todos esses alunos.

Por outro lado, os autores destacam que, dos alunos que frequentaram pelo menos a metade do total de encontros, 69% dos alunos da engenharia elétrica e 63% dos alunos da engenharia da computação foram aprovados, corroborando a ideia que, quanto maior a frequência na monitoria, maior o índice de aprovação.

Ao contrário das monitorias apresentadas até então, Bersch, Nascimento e Backendorf (2015) apontam que numa IES do Rio Grande do Sul, as monitorias

de Matemática, Física, Química, Língua Portuguesa e Programação de Computadores acontecem no mesmo ambiente físico. Segundo as autoras, essa abordagem potencializa uma aprendizagem interdisciplinar e integrada. Desta forma, o monitor da matemática pode identificar se a dificuldade do aluno está em mais de uma disciplina, e encaminhá-lo ao monitor indicado. No entanto, o texto não deixa claro se um único monitor de matemática fica responsável por auxiliar em todas as disciplinas, ou se teria um monitor para cada. Isso se estende às demais áreas.

De toda forma, os autores explicam que as monitorias acontecem no turno diurno, e isso acaba impossibilitando que todos possam participar, haja vista o fato dos alunos (em sua maioria) trabalhar durante o dia. As reuniões ocorrem em grupos de 10 alunos, e são agendadas através de uma plataforma online. Cabem aos monitores, além de sanar dúvidas referentes às disciplinas as quais os alunos tem dificuldades, reforçar conhecimentos prévios, pois as possíveis lacunas na aprendizagem durante a educação básica podem ser um impeditivo para a compreensão do mesmo à conteúdos avançados. Os monitores também registram essas dificuldades em relatórios individuais, construindo um histórico do aluno.

Bersch, Nascimento e Backendorf (2015) apresentam um quadro com as disciplinas quem mais reprovam na IES estudada:

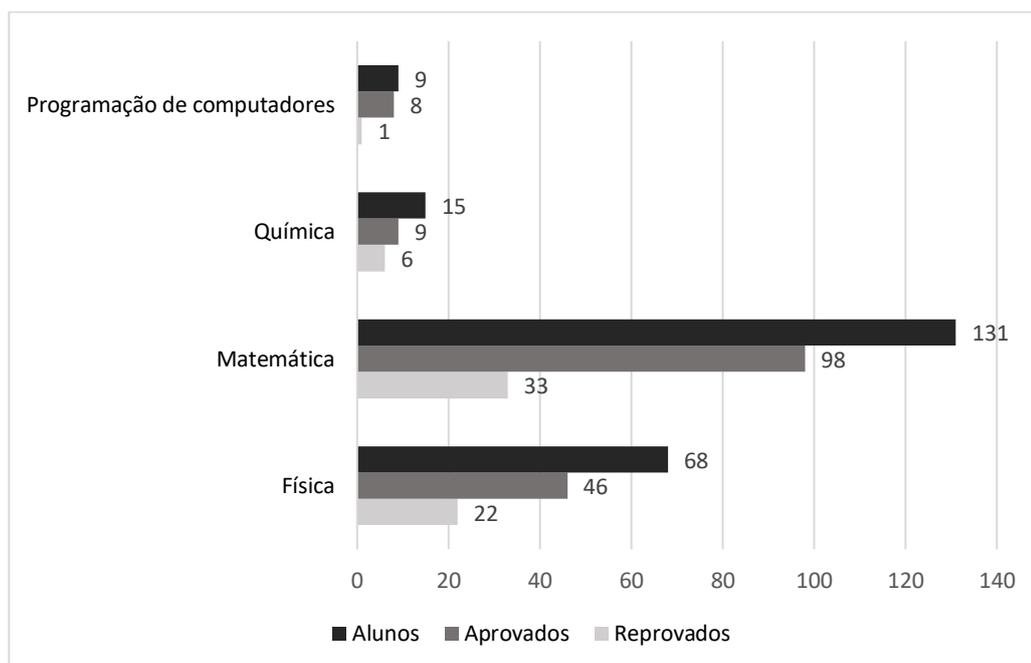
*Quadro 5: Relação das disciplinas com maior número de reprovações na IES*

DISCIPLINAS	Reprov.	Matriculad.	Reprov.	Matriculad.
	2012 A	2012 A	2012 B	2012 B
Álgebra Linear e Geom. Analítica	96	253	74	252
Cálculo I	112	272	98	275
Cálculo II	11	139	44	161
Cálculo III	31	147	29	122
Ciências Tec. Materiais	28	145	23	129
Ciências da Terra	25	88	31	84
Física – Eletromagnetismo	104	278	36	213
Física – Mecânica	43	118	39	139
Fundamentos de Estatística	33	251	36	169
Fundamentos de Matemática	48	204	17	107
Leitura e Produção de Texto I	61	524	55	499

Fonte: Bersch, Nascimento e Backendorf (2015).

Pode-se notar a disciplina de Cálculo I como a líder em número de reprovações. Com a monitoria de 2013, os autores tiveram os seguintes resultados dos alunos frequentes:

Figura 7: Acompanhamento de alunos que frequentaram as monitorias entre março a junho de 2013

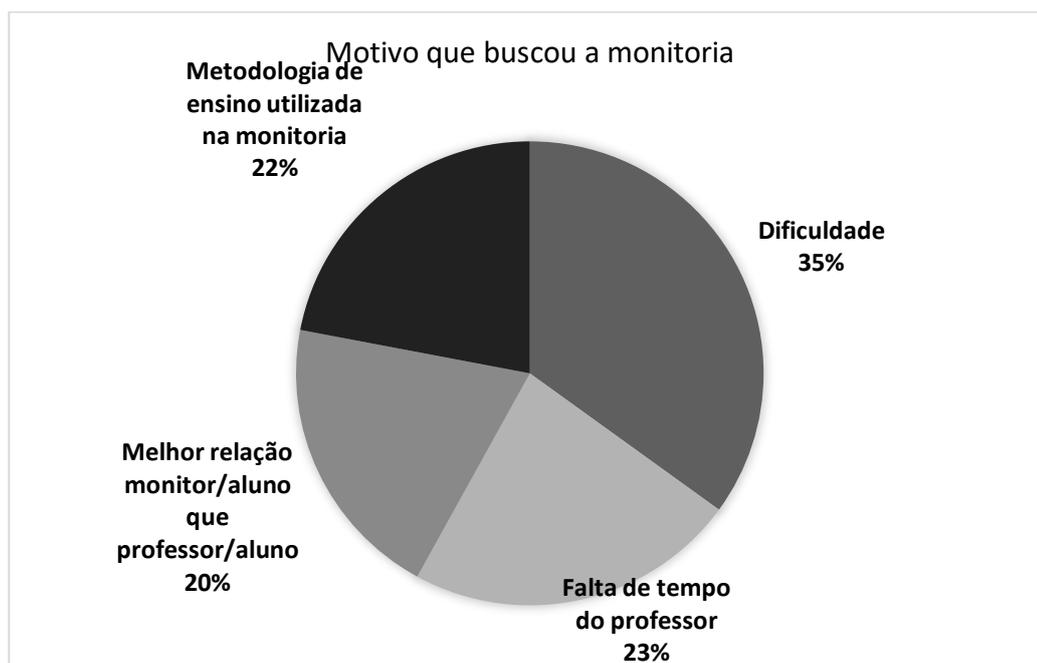


Fonte: Bersch, Nascimento e Backendorf (2015)

Esses resultados mostram que a área de matemática foi a mais procurada, com um índice de aprovação de 74,8%. Analisando todas as monitorias, é possível notar inclusive que o número de evasão foi baixíssimo, o que reforça o programa como um fator de incentivo à continuidade dos alunos nos cursos em geral.

Cáceres (2013), objetivando “discorrer sobre a importância de programas de monitoria na graduação” (CÁCERES, 2013, p. 11), realizou um questionário de 6 questões com 40 alunos dos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos, Engenharia Elétrica e Engenharia de produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). O questionário contou com perguntas sobre a motivação pela busca da monitoria, influência no desempenho e recomendações. Os resultados encontrados foram os seguintes:

Figura 8: Porcentagem dos motivos pela busca da monitoria.



Fonte: Cáceres (2013)

Como o autor não trabalhou com uma disciplina em específico, podemos apenas supor que a dificuldade (item mais assinalado) pode estar relacionada às disciplinas de matemática ou física, que historicamente apresentam maior percentual de reprovação. As perguntas seguintes tinham como alternativas “sim” ou “não”, cujos resultados serão apresentados no quadro abaixo:

Quadro 6: Questionário UTFPR

Questionamentos	Sim	Não
A monitoria é uma boa alternativa de ensino?	90%	10%
Aprovação na disciplina	67%	33%
Caso não tenha sido aprovado a monitoria de fato lhe auxiliou de alguma maneira?	77%	23%
Aumento da média das avaliações desde o início da monitoria	77%	23%
Recomendação à busca pela monitoria	90%	10%

Fonte: Cáceres (2013)

Infelizmente, por ser um questionário objetivo, não foi possível para o autor detalhar os motivos do programa “ser uma boa alternativa”, muito menos apontar possíveis melhorias para o programa. No entanto, novamente, a monitoria apresentou bons resultados no que tange o desempenho dos alunos, segundo o autor.

Buscando investigar a influência da monitoria na iniciação à docência de alunos de engenharia, Flores, Lima e Müller (2017) coletaram relatos de

entrevistas de 5 professores em diferentes IES no Rio Grande do Sul. Os autores concluem inicialmente como a monitoria auxilia o estudante de engenharia a engajar-se na docência no ensino superior, e que a falta de disciplinas pedagógicas nos cursos de engenharia os leva a participar do programa. Nesse sentido, o professor de uma das IES relata que a monitoria, em sua ampla maioria, é procurada pelos alunos de engenharia, mesmo que seja oferecida também para alunos de outros cursos, inclusive de licenciatura. “Em geral, são sempre da engenharia, poderiam se candidatar de outros cursos, mas em geral, são alunos da engenharia’ (PROFM3)” (FLORES; LIMA; MÜLLER, 2017, p. 7).

Em uma outra IES, outro professor relatou que os alunos da engenharia veem a monitoria como uma forma de iniciarem-se à docência: “Nós temos um monitor da engenharia, por exemplo, que diz que futuramente ele vai dar aula, e deu depoimentos, dizendo quanto aquilo adiantou’ (PROFM2)” (FLORES; LIMA; MÜLLER, 2017, p. 8).

Os autores concluem que a monitoria pode sim ser um potencializador de iniciação à docência, entretanto, as IES precisam fornecer um apoio pedagógico, haja vista que, mesmo que possua boas notas, o aluno monitor ainda não concluiu seu curso, portanto, precisa ser amparado por alguém mais versado lhe fornecendo auxílio no exercer da função.

Por fim, Flores (2018) nos apresenta a sua tese, que afirma que

as monitorias de Cálculo podem colaborar significativamente para a aprendizagem de Matemática se a proposta pedagógica desenvolvida for orientada pela teoria dos Três Mundos da Matemática e fundamentada nas relações sociais estabelecidas entre os pares (FLORES, 2018, p. 6).

Segundo Tall (2013), o desenvolvimento cognitivo do raciocínio matemático está inserido num caminho de três mundos: conceitual corporificado, simbólico e formal axiomático. O mundo conceitual corporificado abrange a manipulação de objetos, seja físico ou mental, de forma que possa criar um “corpo” para determinado conceito (MÜLLER, 2015). Exemplos dados por Lima (2007) apud Flores (2018) são representações gráficas, geométricas ou simbólicas (não necessariamente matemáticas).

Segundo Lima (2007), o mundo simbólico compõe a representação por símbolos matemáticos daquilo que foi construído no mundo conceitual corporificado. Por fim, o mundo conceitual axiomático envolve as formalidades da matemática, o que inclui axiomas, postulados, teoremas, etc. Müller (2015)

apud Flores (2018) acreditam que esse mundo é pouco explorado não só no ensino fundamental e médio, mas também no ensino superior, ficando restritos aos cursos de bacharelado em matemática, ou em suas pós graduações específicas. Portanto, a disciplina de Cálculo acaba ficando restrita aos dois primeiros mundos.

Em sua pesquisa empírica, Flores (2018) relata que em duas das IES investigadas, os professores realizam testes para recomendar ou não os alunos a procurar a monitoria. Esses testes envolvem conhecimentos de matemática do ensino fundamental e médio, entretanto, alguns alunos acabam “não aceitando” que possuem lacunas na sua aprendizagem:

Um dos exercícios que eles mais erram é o domínio de função, e isso é do Ensino Médio. Agora nós aqui trabalhamos com muitos objetos para função no cálculo, senão (...)” (FLORES, 2018, p. 139).

“No começo a gente organizava com matéria de Ensino Médio, aí não deu certo. Por que quando eles entram eles acham que estão prontos, que eles sabem. Aí a agente começou a trabalhar o assunto de forma indireta, usando objetos que tinham aqueles conteúdos como pano de fundo. (FLORES, 2018, p. 139).

Minha visão: eu entendo que eles não sabem o que eles não sabem. Essa é a minha interpretação, eles não sabem o que eles não sabem, eles acreditam que sabem, por que: a gente vai ter que entrar no fundo da questão, como este aluno saiu do ensino fundamental? (FLORES, 2018, p. 140).

Muitas vezes o aluno chega aqui e diz para mim: como eu não sei funções se eu tirava 10 no ensino médio? Ele acredita que ele é nota 10 em funções, ele acredita nisso (FLORES, 2018, p. 140).

Aqueles que no Ensino Médio logravam sempre boas avaliações em matemática, levam para a universidade a esperança de que o curso de Cálculo não deva representar obstáculos (FLORES, 2018, p. 140).

Uma solução que Flores (2018) sugere para evitar essa rejeição, é que a avaliação seja trabalhada de forma indireta, para que o aluno possa utilizar diferentes representações de conceitos “já aprendidos”. Assim, recomenda a utilização de recursos didáticos digitais ou analógicos, que permitam explorar essas diferentes representações e fazer o discente “navegar” pelos Três Mundos da Matemática.

A exploração dos três mundos não se limita apenas aos monitorandos, mas também aos monitores. Uma das IES investigadas contém uma monitoria ativa, em que os monitores não se restringem apenas a “tirar dúvidas pontuais”.

Eles ajudam, eles ajudam a corrigir as sondagens e eles já fizeram trabalhos para ver quais são as maiores dúvidas, e aí se dá subsídio para se pensar nos objetos (FLORES, 2018, p. 140).

Entendemos ser oportuno que o monitor faça parte da equipe pedagógica e tenha funções ativas que o levem a pensar sobre a Matemática e sobre os processos de ensino e aprendizagem. Assim, ao analisar as dificuldades dos seus colegas, é possível que ele também pense nas suas, avaliando formas para que sejam superadas. Nesse processo, o monitor entra em contato com distintas representações, aspectos formais e simbólicos de um dado conceito, o que favorece o seu percurso pelos Três Mundos da Matemática (FLORES, 2018, p. 140).

O autor afirma que uma ferramenta digital utilizada pela monitoria em uma das IES investigadas é um site, contendo questões que exploram diferentes representações conceituais de conteúdos:

Figura 9: Interface (print) do site utilizado pela monitoria

<b>MATEMÁTICA</b>		
<b>Áreas</b>	-	+ <b>Matemática básica</b>
Biologia	+	+ <b>Vetores</b>
Física	+	+ <b>Funções</b>
Letras	+	+ <b>Limites</b>
<b>Matemática</b>	-	+ <b>Derivadas</b>
Cônicas: Circunferência e Elipse		+ <b>Técnicas de derivação</b>
Números fracionários - algumas ideias		+ <b>Aplicação de derivadas</b>
Números fracionários decimais - refletindo		+ <b>Integrais</b>
Proporcionalidade 1		+ <b>Aplicação de integrais</b>

Fonte: Flores (2018)

Podemos notar que a área de Matemática apresenta os principais conteúdos de Cálculo, o que demonstra uma atenção especial à disciplina.

Além disso, na mesma IES, os monitores utilizam o Google Formulários e Google Docs para o controle da frequência dos alunos. “Nome do discente, tempo de permanência, nome do professor da disciplina e as dificuldades apresentadas, além do nome do próprio monitor, são os elementos mais a significativos a serem destacados nesse controle” (FLORES, 2018, p. 157). O autor afirma que ao ter a responsabilidade de analisar a assiduidade dos alunos, pode traçar estratégias novas para o professor. Ao sincronizar as atividades da monitoria com um professor experiente, o monitor estimulará sua própria ZDP;

ou seja, segundo Flores (2018), a mediação não é exclusiva ao monitor e monitorando, mas também entre monitor e professor.

Relatos de professores e de monitores que integram a sociabilidade e aprendizagem ou estímulo também foram destacados pelo autor, demonstrando a necessidade da criação de um vínculo entre alunos e monitores:

- Prof.: “[...] aí eu acho que entra essa questão também do boca a boca, do colega dizer ‘eu fui lá, os monitores são gente boa’ aí a pessoa vai. Só sabendo que tem uma estrutura a disposição não é o suficiente. É isso que a gente tem notado”. (FLORES, 2018, p. 161).

- Aluno: “com eles, eu consigo interagir”. (FLORES, 2018, p. 161).

- Aluno: “com eles, eu consigo conversar”. (FLORES, 2018, p. 161).

- Prof.: “O que a gente percebe nos alunos é que eles querem criar vínculo, querem conversar, e o monitor tem que ser legal, entendeu, se não eles já não voltam, ou seja, uma baixa persistência né”. (FLORES, 2018, p. 161).

- Monitor.: “a gente tem o olhar de outro aluno também né. A explicação com a nossa linguagem é melhor do que a linguagem do professor” (FLORES, 2018, p. 194).

Flores (2018) também deixa claro a importância da monitoria estar organizada em “horários comuns” aos demais colegas, não coincidindo com horários de aulas e, assim, permitindo que o máximo de alunos possível possa frequentá-la.

Moraes (2011) apresenta uma pesquisa sobre a aceitação dos alunos de uma proposta de monitoria online (algo a ser pensado em tempos de pandemia da COVID-19), em instituições de ensino da Sociedade Educacional de Santa Catarina SOCIESC. A plataforma utilizada foi o Lector Live<sup>4</sup>, e com auxílio de uma mesa digital para realização e apresentação dos cálculos, a monitoria acontecia de maneira remota e ao vivo. Além disso, os monitores e alunos eram munidos de bibliotecas digitais para consulta de livros e exercícios da disciplina, entre outros.

Quanto à frequência e aceitação, 64% 115 dos alunos até o momento da finalização da pesquisa ainda não haviam frequentado a mesma. Quanto à aceitação dos que 36% frequentes, 94% afirmaram que a monitoria estava

---

<sup>4</sup> <https://lectorlive.com/landing>

ajudando nos seus estudos, sendo que 90% tiveram suas dúvidas esclarecidas. Quanto à opinião geral sobre a monitoria, 43% opinaram “ótimas”, 47% “boas” e 10% opinaram de “regular” a “ruim” (MORAES, 2011).

Diante de todos os resultados obtidos na revisão de literatura, pode-se inicialmente ter uma ideia dos resultados que se encontrariam na pesquisa empírica e acabaram se confirmando, principalmente quanto à dificuldade dos alunos com matemática básica, e questões envolvendo problemas como choque de horários de monitoria e aulas, alunos que procuram a monitoria apenas nas vésperas de provas, etc.

### **3.2 Levantamento sobre o PCA**

O teste PCA trata-se de um exame avaliativo, que busca explicitar, através de uma sequência de 25 itens que envolvem os conteúdos de *conceito de função* e *crescimento covariacional*, o “quão preparado” está o aluno para o entendimento da disciplina de Cálculo I (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010). Este teste serviu como base para a construção do teste avaliativo aplicado nesta pesquisa, denominado de Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo.

Para atender aos requisitos necessários para esta revisão, os trabalhos necessitavam apresentar resultados de aplicações do teste. Durante o levantamento, não foram encontradas obras em português.

A busca por pesquisas envolvendo “resultados do teste PCA”, utilizando o descritor “Precalculus Concept Assessment” resultou, utilizando as ferramentas de busca Research Gate, e Scholar Google, foram encontradas 6 obras com resultados significativos sobre o teste (JENSEN, 2009; MEYLANI; TEUSCHER, 2011; GREENE; SHORTER, 2012; DRLIK, 2015; ASPURO; BAARES; DOLMAT, 2017; JONES, 2021).

Meylani e Teuscher (2011) buscaram encontrar uma relação entre o teste PCA e os exames AP Calculus AB e AP Calculus BC (teste que oferece créditos nas disciplinas de Cálculo nas faculdades dos EUA). Esses testes focam em limites derivadas e integrais. Na pesquisa, foram observadas as notas de alunos que fizeram os testes AP Calculus, relacionando suas pontuações com as notas obtidas no PCA quando ainda estavam na “highschool”. Utilizando três métodos de regressão diferentes, puderam concluir que os alunos que conseguiram as melhores notas no teste PCA, também conseguiram ser aprovados nos testes AP Calculus. Além disso, concluíram que o PCA pode ser um excelente preditor

sobre o desempenho dos alunos na disciplina de Cálculo e uma ferramenta poderosa na observação de possíveis deficiências dos mesmos em matemática na sua formação.

Jensen (2009), com o objetivo de analisar o conhecimento dos alunos de um curso introdutório ao Cálculo na *Montana State University* sobre função e o entendimento sobre limites (normalmente o primeiro conteúdo da disciplina Cálculo I), comparou os testes Limit Understanding Assessment e o teste PCA, buscando observar a influência dos resultados de ambos os testes. Utilizando os resultados e aplicando métodos estatísticos de regressão, chegou à conclusão que o entendimento claro de funções é fundamental para o entendimento de limites, e o teste PCA é uma excelente ferramenta para indicar o nível de conhecimento dos alunos quanto ao assunto. O teste foi aplicado com 376 alunos, com pontuação máxima de 24 pontos (96% do total) e mínima de 3 pontos (12% do total).

Entretanto, diferentemente desses estudos, Drlik (2015), numa pesquisa feita no estado de Boise (EUA) que visava relacionar o sucesso dos alunos na disciplina de Cálculo I com o seu entendimento em funções, percebeu que os alunos não necessariamente precisaram apresentar um bom nível de entendimento em funções como um processo no início do curso para serem aprovados na disciplina. O estudo foi feito com 116 alunos da high school (ensino médio) que se matricularam em Introduction to Calculus (Introdução ao Cálculo) ou AP Calculus, que é oferecida como opção a quem termina a disciplina anterior. Drlik (2015) afirma ainda que a Introduction to Calculus os alunos aprendem a diferenciar e integrar funções polinomiais, radicais, racionais, e algumas exponenciais e logarítmicas. Já na AP Calculus, eles se aprofundam mais nos conceitos de Cálculo, envolvendo funções exponenciais e logarítmicas mais robustas e até funções trigonométricas. Ambas oferecem créditos para a Universidade.

Um dos instrumentos utilizado por Drlik (2015) foi o PCA, entretanto, o autor aplicou o exame de maneira discursiva (sem as opções de múltipla escolha), e apenas 22 itens (em vez de 25), de forma que pudesse avaliar a forma como os alunos tentaram chegar ao resultado. Suas conclusões foram que os alunos acertavam questões as quais estavam familiarizados, que envolvia representações algébricas. Entretanto, questões que envolviam tabelas e

gráficos tiveram índices de acerto menores. Em geral, os alunos que apresentaram melhores desempenhos conseguiram melhores pontuações na disciplina, enquanto que o autor sugere que os professores do ensino médio apresentem diferentes representações de função, de forma que os alunos possam se familiarizar e interpretar gráficos, tabelas e funções verbais.

A média de pontuação dos participantes foi de 63,5%, entretanto, cabe destacar que, por conta dos itens do teste aplicado estarem na forma discursiva, cada item possui uma pontuação variada. Portanto, as respostas dos participantes não são interpretadas apenas como “certo ou errado”, mas como “níveis de entendimento de funções”. Tais níveis foram classificados de 1 a 4, onde 1 significa um “baixo entendimento”, e 4 um “entendimento esperado” para cursar a disciplina de Cálculo sem dificuldades. Seguindo este modelo, os participantes da pesquisa tiveram melhor desempenho nos itens 14 (composição de função), 16 e 21 (interpretação de valores de função), enquanto que os de pior desempenho foram os itens 10 (interpretação de taxa de variação) e 12 (compreensão de função inversa).

Segundo Greene e Shorter (2012), a maior parte dos alunos acredita que toda questão matemática precisa de um “método de resolução”, e caso nunca tenham resolvido qualquer questão parecida com a que for apresentada a eles, simplesmente assumem que não conseguem responde-la, sem “dedicar tempo” para refletir sobre o problema proposto. Utilizando dois exames e o PCA como instrumento de recolha de dados de conhecimento da disciplina Pré-Cálculo, os autores perceberam uma queda na pontuação dos participantes quando realizaram o teste PCA.

Os autores não detalharam o conteúdo dos outros exames; entretanto, afirmaram que o PCA representa um alto nível de dificuldade para a maioria dos alunos, por se tratar de um teste conceitual, e não de um teste de conhecimentos de “métodos algébricos”, além de resolverem, na conclusão da pesquisa, remodelarem a forma como a disciplina é implantada de acordo com os resultados do PCA.

Ao tentar descobrir uma relação entre *atitude matemática*<sup>5</sup> e *conhecimento matemático*, Aspuro, Baares e Dolmat (2017) utilizaram o PCA

---

<sup>5</sup> “[...] atitude matemática é a abordagem e as práticas de alguém na resolução de problemas e no aprendizado da matemática” (ASPURO; BAARES; DOLMAT, 2017, p. 147. TRADUÇÃO LIVRE).

como instrumento de teste quantitativo, de forma a comparar as pontuações dos participantes com suas atitudes matemáticas, onde os alunos com atitudes “mais próximas da dos especialistas matemáticos” obtiveram uma ligeira vantagem em relação ao grupo com uma atitude matemática contrária à dos especialistas.

Por outro lado, Jones (2021), numa investigação que fez uma análise psicométrica do PCA, afirma que, após realizar diversos testes de validade, a estrutura da taxonomia do teste, na forma de três construtos de capacidade de raciocínio dos alunos está equivocada. Ou seja, o teste não conseguiria discernir de forma confiável os construtos de cada item, o que sugere que o teste deveria ser analisado com os 25 itens com uma única pontuação total.

Embora esta pesquisa tenha sido realizada no Brasil, as dificuldades apresentadas pelos alunos em relação ao conhecimento de funções corroboram com os resultados obtidos neste levantamento do teste PCA, desde a interpretação até os cálculos algébricos.

## **CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA**

Este capítulo abordará todas as etapas desta pesquisa, desde a sua estrutura, unidade caso, sujeitos, instrumentos de coleta de dados (e como cada instrumento foi construído), além dos teóricos escolhidos para a análise dos resultados.

### **4.1 Metodologia da Pesquisa**

A pesquisa aconteceu na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), e os sujeitos foram os alunos, professores e monitores de Cálculo I, com os dois últimos atuantes no primeiro semestre de 2021.

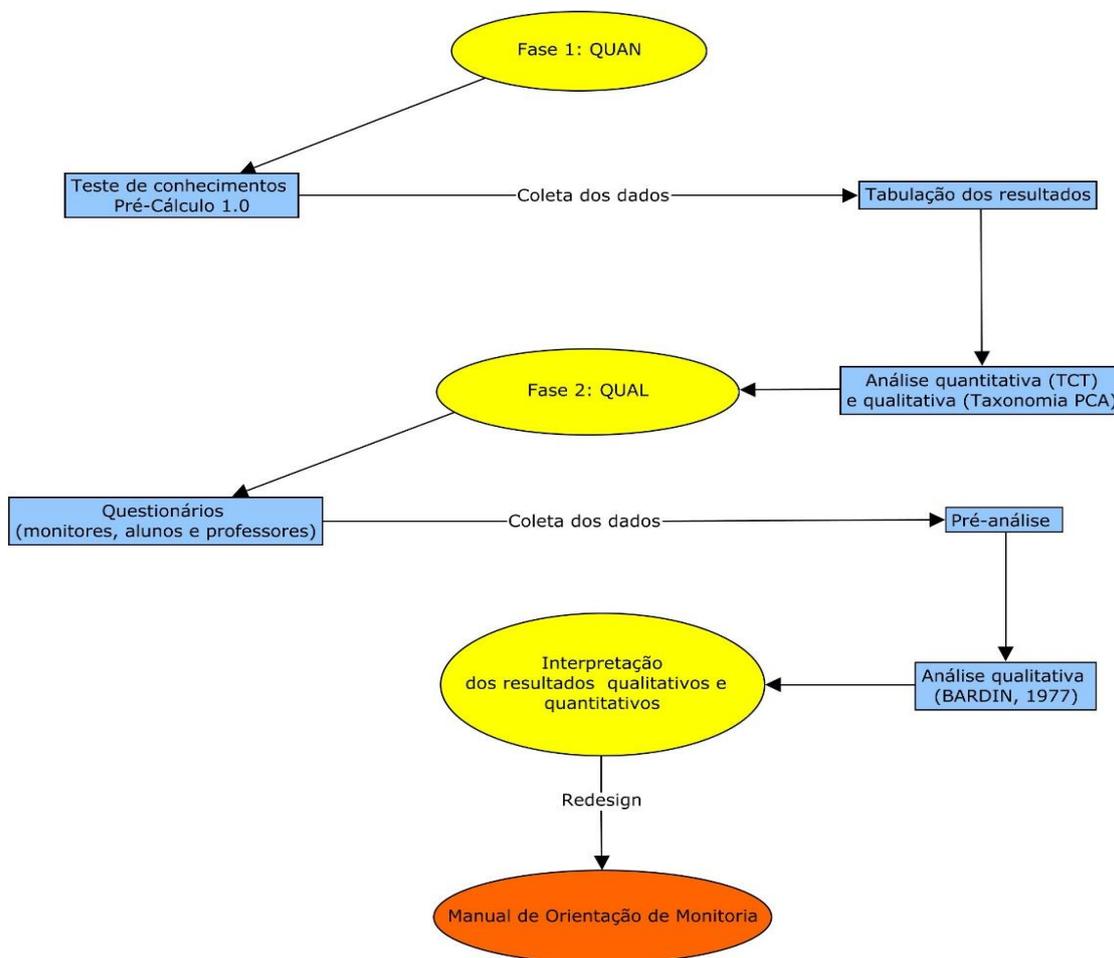
Sua abordagem foi mista. De acordo com Creswell (2007), “essa técnica emprega estratégias de investigação que envolvem coleta de dados simultânea ou sequencial para melhor entender os problemas de pesquisa” (CRESWELL, 2007, p. 35). Portanto, utiliza-se de métodos qualitativos e quantitativos. A pesquisa quantitativa tem caráter pós-positivista, do tipo “causa e efeito”, e normalmente utiliza-se de dados estatísticos.

### **4.2 Detalhamento sobre o Design da Pesquisa**

Os procedimentos da pesquisa seguiram o modelo de procedimentos de métodos mistos proposto por Creswell (2007). A estratégia escolhida para a

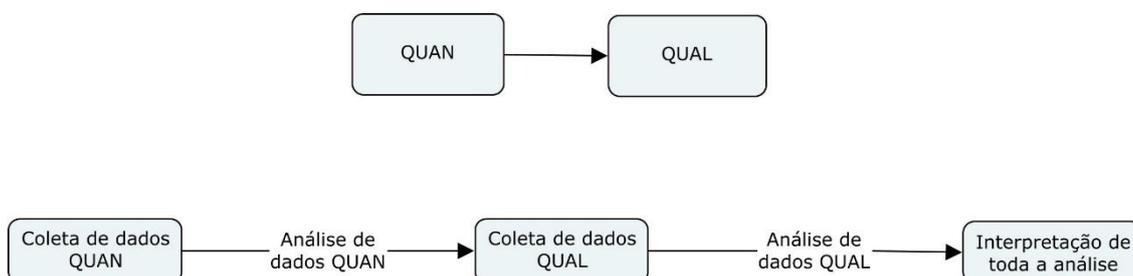
---

pesquisa foi a do *projeto explanatório sequencial*, mais precisamente o modelo em que os dados quantitativos são coletados antes dos qualitativos. O autor divide as estratégias em implementação, prioridade, integração e perspectiva teórica.



Fonte: Autor

A implementação seguiu a ordem de coleta quantitativa e, posteriormente, qualitativa. A prioridade tendeu para os dados qualitativos, pois os relatos apresentarão resultados mais pertinentes ao objetivo final da pesquisa. Diferente da proposição de Creswell (2007), embora a etapa quantitativa venha em primeiro lugar, os dados qualitativos tiveram prioridade na interpretação final. A integração dos dados aconteceu durante a sua interpretação, e a perspectiva teórica se deu de forma implícita.





analisa várias unidades. Esta pesquisa foi um estudo de caso *unitário*, já que o objeto era a monitoria de Cálculo da UFAM. Quanto aos objetivos, pode ser classificada como *instrumental*, que utiliza um caso para o estudo de algo mais amplo, que possa servir de referência para pesquisa posteriores, de forma que seus resultados possam ajudar a aperfeiçoar os programas de monitoria pelas IES do país.

Para os estudos de caso naturalísticos ou que priorizam a abordagem qualitativa da pesquisa, as características consideradas fundamentais são a interpretação dos dados feita no contexto; a busca constante de novas respostas e indagações; a retratação completa e profunda da realidade; o uso de uma variedade de fontes de informação; a possibilidade de generalizações naturalísticas e a revelação dos diferentes pontos de vista sobre o objeto de estudo (VENTURA, 2007, p. 384).

Yin (2001) divide o estudo de caso em cinco etapas: definição do problema; delineamento da pesquisa; coleta de dados; análise de dados e composição; apresentação dos resultados. Entretanto, o delineamento da pesquisa pode ser dividido em: *definição da unidade-caso*; *determinação do número de casos*; *elaboração do protocolo*, como forma de detalhar a fase exploratória da pesquisa:

Quadro 7: Etapas da pesquisa

Fases da pesquisa	Etapas da pesquisa
Exploratória	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Formulação do problema;</li> <li>● Definição da unidade-caso;</li> <li>● Determinação do número de casos;</li> <li>● Elaboração do protocolo.</li> </ul>
Empírica	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Coleta de dados</li> </ul>
Analítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliação e análise dos dados;</li> <li>● Redação do relatório.</li> </ul>

Fonte: Autor

A formulação do problema foi elaborada conforme o estudo de diferentes fontes bibliográficas e pesquisas prévias advindas da experiência do pesquisador: *altas reprovações em Cálculo e como a monitoria pode contornar este problema*. Conforme Yin (2001), o estudo de caso pode ser utilizado tanto para pesquisas descritivas como para exploratórias e explicativas.

#### 4.4.1 Definição da Unidade-Caso

Segundo Yin (2001), definir a unidade-caso seria estabelecer os limites dessa unidade, o que não se constitui uma tarefa fácil, pois o pesquisador pode

sentir-se tentado a “coletar tudo”, algo impossível de ser feito. No entanto, para esta pesquisa, foram considerados os dados que compõem a influência da monitoria na vida acadêmica dos alunos, descartando fatores externos à mesma. Portanto, o ambiente escolhido foi a Universidade Federal do Amazonas, mais especificamente limitado ao Instituto de Ciências Exatas (ICE), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) e à Faculdade de Tecnologia (FT). Os sujeitos da pesquisa foram os alunos destas faculdades, ou seja, alunos de cursos que contém a disciplina de Cálculo I como requisito para a sua conclusão, que a tenham cursado entre os anos de 2018 à 2022; monitores da disciplina no período de 2021.1; professores do Departamento de Matemática (pertencente ao ICE) que já tenham lecionado a disciplina de Cálculo I.

#### 4.4.2 Determinação do Número de Casos

Como explicitado anteriormente, é um estudo de caso unitário.

#### 4.4.3 Elaboração do Protocolo

Segundo Yin (2001), o protocolo é um instrumento para aumentar a confiabilidade da pesquisa, servindo para orientar o pesquisador durante o estudo de caso. O autor detalha os componentes desse protocolo:

- Uma visão geral do projeto do estudo de caso (objetivos e patrocínios do projeto, questões do estudo de caso e leituras importantes sobre o tópico que está sendo investigado).
- Procedimentos de campo (credenciais e acesso aos locais do estudo de caso, fontes gerais de informações e advertências de procedimentos).
- Questões do estudo de caso (as questões específicas que o pesquisador do estudo de caso deve manter em mente ao coletar os dados, uma planilha para disposição específica de dados e as fontes em potencial de informações ao se responder cada questão).
- Guia para o relatório do estudo de caso (resumo, formato de narrativa e especificação de quaisquer informações bibliográficas e outras documentações). (YIN, 2001 p. 89 - 91).

Durante a fase inicial da pesquisa, mais especificamente na etapa de revisão de literatura, foram escolhidos os tipos de instrumentos a serem utilizados para a coleta de dados. Em seguida, todos foram nomeados, como mostra o quadro a seguir:

*Quadro 8: Lista de Instrumentos*

<b>Lista dos métodos e instrumentos de coleta de dados<sup>7</sup></b>
• Teste avaliativo de conhecimentos de função (Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo)

<sup>7</sup> No projeto de pesquisa, estava programado uma entrevista com os docentes, discentes e monitores de Cálculo I. Entretanto, com as adaptações feitas por conta da pandemia da COVID-19, não houve tempo hábil para a aplicação deste instrumento

- Questionários: Docentes (Percepção docente sobre a monitoria e a disciplina de Cálculo I)
- Questionários: Aluno (Percepção discente sobre a monitoria e a disciplina de Cálculo I)
- Questionários: Monitor (Percepção do monitor sobre a monitoria e a disciplina de Cálculo I)

Fonte: autor

O Teste avaliativo de conhecimentos de função tem como sujeitos apenas os discentes, enquanto os questionários foram confeccionados especificamente para cada classificação de sujeitos.

Quadro 9: Protocolo de tarefas (modelo checklist)

Tarefas	Conclusão
Elaboração do TCLE	✓
Submissão do Projeto de Pesquisa ao CEP	✓
Elaboração e encaminhamento de carta de apresentação do pesquisador ao chefe do Departamento de Matemática (e-mail)	✓
Elaboração e encaminhamento de carta de apresentação do pesquisador aos professores do Departamento de Matemática e aos orientadores dos monitores de Cálculo I	✓
Elaboração e adaptação do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo ao Google Formulários	✓
Elaboração e adaptação dos questionários ao Google Formulários	✓
Levantamento de dados documentais sobre as monitorias desenvolvidas na UFAM	✓
Contato remoto com professores e alunos sobre a pesquisa e encaminhamento do TCLE aos sujeitos	✓
Aplicação do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo (pré-teste)	✓
Coleta dos resultados do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo	✓
Contato inicial com os monitores da disciplina de Cálculo I	✓
Confecção da lista de frequência aos monitores	✓
Análise inicial dos resultados do pré-teste (porcentagem de erros e acertos, cálculo de índices de dificuldade e índices de discriminação)	✓
Encaminhamento dos questionários aos professores, alunos e monitores	×
Encaminhamento do questionário dos monitores	✓
Correção dos questionários dos professores e alunos	✓
Encaminhamento dos questionários dos professores e alunos	✓
Análise dos resultados dos questionários (Análise de Conteúdo)	✓
Aplicação do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo (pós-teste)	×
Análise dos resultados do pós-teste (porcentagem de erros e acertos, cálculo de índices de dificuldade e índices de discriminação e cálculo de ganho normalizado).	×
Elaboração das entrevistas	×
Realização das entrevistas por grupos focais	×
Transcrição dos resultados	×
Redação do relatório	✓
<b>Histórico de Problemas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correção dos questionários. Encaminhamento futuro.</li> <li>• Atraso no encaminhamento dos questionários.</li> </ul>	

- Falta de resposta dos participantes. Impossibilidade de realização do pós-teste.
- Falta de resposta dos participantes. Impossibilidade de realização da entrevista.

Fonte: autor

O protocolo teve como base os métodos de recolha de informação de e Barbier; Lesne (1977) apud Ketele e Roegiers (1999), seguindo uma sequência hierárquica de “permissões”, sem as quais a pesquisa não poderia ser iniciada, ou seja, uma “recolha verificada”. O primeiro ator da recolha de informações segundo os autores é o *comanditário*: “a pessoa ou o grupo de pessoas que constituem a instância hierárquica mais baixa que tem o poder de decidir o financiamento, o arranque e o eventual prolongamento do processo” (KETELE; ROEGIERS, 1999, p. 156). Nesta pesquisa, tal ator seria a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Em seguida, tem-se o *iniciador* (Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade), que tem o poder de exigir os “recursos indispensáveis” para a realização da pesquisa, que consiste basicamente no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), documento qual os participantes da pesquisa aceitam que os dados coletados sejam publicados de forma anônima.

Após a confecção e aceite da pesquisa pelo Comitê de Ética e Pesquisa, o próximo passo foi o contato com o Chefe de Departamento de Matemática da Universidade (*gestor*, segundo Ketele e Roegiers (1999)), com o objetivo de apresentar o pesquisador e a natureza da investigação aos professores de Cálculo I do departamento. Foi confeccionada uma carta de apresentação ao gestor, entretanto, por conta da dificuldade de comunicação sofrida com a pandemia de COVID-19, a interação ocorreu diretamente entre o *destinatário* (responsável pela análise dos resultados, ou seja, o pesquisador deste trabalho) e os *investigadores* (professores e monitores, inicialmente responsáveis pelo levantamento dos dados).

#### **4.5 Levantamento de Documentos e Ações Desenvolvidas na UFAM sobre a Monitoria: O Caso da Monitoria em Cálculo**

Com a impossibilidade de comparecer à universidade de forma presencial por conta da pandemia da COVID-19, foi necessária uma análise dos editais de monitoria disponíveis nos portais da UFAM.

No semestre 2021.1, a disciplina de Cálculo I da UFAM foi contemplada por três projetos diferentes de monitoria: *Monitoria do Departamento de*

*Matemática (DM), Monitoria do Programa de Educação Tutorial e a Monitoria do projeto Super.*

A monitoria do Departamento de Matemática segue o regimento da Resolução Nº 006/2013 do CEG/CONSEPE (Câmara de Ensino de Graduação/Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão), que regulamenta o Programa de Monitoria da PROEG/UFAM (Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da Universidade Federal do Amazonas). Segundo o Edital 002/2021, o método de seleção é composto pela soma da nota final do candidato na disciplina a qual está concorrendo com seu coeficiente de rendimento. Além disso, cabem aos professores da disciplina requisitar um monitor, enquanto que os alunos classificados tem direito de escolha a um desses professores orientadores. Ao todo, três alunos foram selecionados para a função de monitor de Cálculo I. Cada monitor é responsável por uma das turmas do seu orientador.

O Programa de Educação Tutorial (PET) foi instituído pela Lei 11.180/2005, Art. 12 que inclui ainda a concessão de bolsas tanto ao professor tutor como aos alunos participantes do programa. De acordo com a Portaria Nº 343, de 24 de abril de 2013, o PET de cada IES é dividido em grupos, podendo ser interdisciplinares ou específicos. Cada grupo precisa estar vinculado à PROEG ou órgão equivalente, a depender de cada IES. De acordo com o Edital 41/2021

As atividades extracurriculares que compõem o programa devem proporcionar aos alunos oportunidades de vivenciar experiências que atendam plenamente às necessidades dos cursos de graduação e/ou ampliar e aprofundar os objetivos e os conteúdos programáticos que integram sua grade curricular, além de contribuir para a sociedade onde atuam (UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, 2021, p. 1).

Ainda de acordo com o Edital 41/2021, as disciplinas a serem trabalhadas são Cálculo Diferencial e Integral I e Álgebra Linear. Ao todo, dois participantes foram selecionados para auxiliar na disciplina de Cálculo I.

Já o projeto Super é uma união entre a empresa Samsung e a UFAM, com o intuito de estimular a capacitação e pesquisa em 9 cursos de graduação da universidade, que são: Ciência da Computação, Engenharia Elétrica (Eletrônica, Telecomunicações e Eletrotécnica), Engenharia da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia de Software, Engenharia de Produção e Design<sup>8</sup>. Ao

---

<sup>8</sup> Página Principal - Super, Super, disponível em: <<https://super.ufam.edu.br/>>

todo, 5 alunos atuam como monitores de Cálculo I pelo programa no semestre 2021.1.

## 4.6 Métodos e Instrumentos da Pesquisa

### 4.6.1 Teste Precalculus Concept Assesment

Os testes são um método prático de identificar possíveis dificuldades que os alunos possam apresentar em determinada disciplina.

O *Precalculus Concept Assessment* (PCA) é um exame de 25 questões de múltipla escolha que avalia as concepções de conceitos de função e crescimento covariacional, considerados chave para o entendimento e bom desempenho na disciplina de Cálculo (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010). Entretanto, os autores ressaltam que o sucesso num curso de nivelamento em Cálculo (Pré-Cálculo ou Cálculo Zero) não necessariamente o faz ser aprovado na disciplina. Segundo os mesmos, um estudo na Universidade do Arizona constatou que apenas 23% dos alunos com nota C ou superior conseguiram aprovação em Cálculo I, e que menos de 5% tiveram êxito na disciplina de Cálculo II (THOMPSON; CARLSON; SILVERMAN, 2007 apud CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010).

Os autores ainda declaram que o conteúdo das disciplinas de nivelamento em Cálculo não é claro, o que acaba sendo de responsabilidade do professor de decidir o que deve ser ensinado.

Uma revisão da literatura também revelou que atualmente não há instrumentos baseados em pesquisas disponíveis para avaliar conceitos de pré-cálculo ou cálculo inicial. Na ausência de pesquisa baseada em currículos ou instrumentos, os professores tendem a confiar em suas próprias opiniões sobre o que os alunos precisam aprender enquanto planejam as instruções (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010, p. 114, tradução livre).

De acordo com essas informações, além da falta de um “acordo entre os desenvolvedores de currículo ou instrutores sobre as bases conceituais que são necessárias para o Cálculo” (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010, p. 114), os autores acreditam que o PCA pode auxiliar os desenvolvedores de currículo a compreender quais são os fundamentos necessários para o ensino em disciplinas de nivelamento de Cálculo.

O PCA foi desenvolvido tomando como base o *Force Concept Inventory* (FCI) (HESTENES; WELLS, 1992), além do *Mechanics Diagnostic Test* (HALLOUN; HESTENES, 1985) e o *Mechanics Baseline Test* (HESTENES;

WELLS, 1992), que foram criados inicialmente através de criações de taxonomias que caracterizassem os pensamentos dos alunos (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010). Assim, foram realizadas entrevistas para que as respostas mais comuns fossem usadas como distratores.

Assim como afirmaram Pereira (2009) e Rezende (2003), Carlson, Oehrtman e Engelke (2010) apontam que, durante o ensino médio, os professores dão ênfase às manipulações algébricas e computacionais (calcular), tornando o entendimento de conceitos de função dos alunos bem deficiente. Isso permite que o aluno acabe observando a função como uma forma estática, servindo apenas para calcular um valor específico (BREIDENBACH et al., 1992; CARLSON, 1997, 1998; apud CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010). Os alunos não percebem a função como um processo, que existe uma continuidade de valores de “entrada e saída”, e isso acaba dificultando em capacidade dos mesmos de compor ou inverter funções, por exemplo (BREIDENBACH et al., 1992; DUBINSKY; HAREL, 1992; CARLSON, 1998 apud CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010).

Os autores também relatam sobre a importância de conseguir imaginar como a função se comporta aplicando diferentes valores de entrada e saída:

Esta habilidade tem sido referida como raciocínio covariacional [...] e foi documentada como essencial para representar e interpretar a natureza mutável das quantidades em uma ampla gama de situações funcionais [...] e para a compreensão dos principais conceitos no início do cálculo [...] (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010, p. 115 – 116, tradução livre).

Com base nessas informações, Carlson et al., (2002) construíram uma tabela de ações mentais que permitem analisar a forma como o aluno compreende o crescimento covariacional:

Quadro 10: Ações mentais da estrutura de covariação

<b>Ação Mental</b>	<b>Descrição da Ação Mental</b>	<b>Comportamentos (representação gráfica)</b>
Ação Mental 1 (MA 1)	Coordenando a dependência de uma variável em outra variável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotulando os eixos com indicações verbais de coordenar as duas variáveis (por exemplo, y muda com mudanças em x).</li> </ul>
Ação Mental 2 (MA 2)	Coordenando a direção da mudança de uma variável com mudanças na outra variável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construindo uma linha reta monotônica.</li> <li>• Verbalizar a consciência da direção da mudança da saída enquanto considera as mudanças na entrada.</li> </ul>
Ação Mental 3 (MA 3)	Coordenando a quantidade de mudança de uma variável com mudanças na outra variável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos de plotagem / construção de linhas secantes.</li> <li>• Verbalizar a consciência da quantidade de mudança de saída enquanto considera as mudanças na entrada.</li> </ul>

Ação Mental 4 (MA 4)	Coordenando a taxa média de mudança da função com incrementos uniformes de mudança na entrada variável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construindo linhas secantes para intervalos contínuos no domínio.</li> <li>• Verbalizar a consciência da taxa de mudança do saída (com relação à entrada) ao considerar incrementos uniformes da entrada.</li> </ul>
Ação Mental 5 (MA 5)	Coordenando a taxa instantânea de mudança de função com mudanças contínuas no variável independente para todo domínio da função	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir uma curva suave com indicações claras de mudanças de concavidade.</li> <li>• Verbalizar a consciência das mudanças no taxa instantânea de mudança para todo o domínio de a função (direção das concavidades e inflexão os pontos estão corretos).</li> </ul>

Fonte: Carlson et al., (2002), tradução livre.

O quadro acima mostra que a Ação Mental 1 envolve o entendimento que duas quantidades mudam juntas, uma em dependência da outra. A Ação Mental 2 permite o aluno observar diferentes mudanças de quantidade. “Conforme a temperatura aumenta, a quantidade de água em um reservatório diminui” (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 118). Conforme a capacidade de entendimento covariacional do aluno avança (Ação Mental 3), ele consegue sistematizar a quantidade de mudança em diferentes situações entrelaçadas. “conforme cada copo de água é adicionado a um vaso cônico, a altura da água no vaso sobe cada vez mais” (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 118). Na Ação Mental 4, o aluno consegue sistematizar a taxa de mudança de quantidade em relação a outras quantidades entrelaçadas. “Conforme cada copo de água é adicionado a um vaso cônico, a taxa de variação da altura em relação ao volume aumenta até o vaso está cheio (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 118). Por fim, a Ação Mental 5 permite o aluno imaginar como uma quantidade varia enquanto observa mudanças contínuas em outra quantidade. “Conforme a água é despejada no vaso, a altura da água no vaso aumenta em uma taxa crescente” (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 118).

Os autores ressaltam que as ações mentais 1 e 2 devem preceder as outras três. Entretanto, as outras não seguem um nível hierárquico.

Um aluno pode ser capaz de se envolver na Ação Mental 5 sem ser capaz de coordenar como a mudança em uma quantidade afeta a mudança em outra (Carlson et al., 2002). Um aluno também pode ser capaz de falar sobre a natureza mutável da *taxa de mudança* de duas quantidades (Ação Mental 4) sem entender ou falar sobre como a *quantidade* de uma quantidade mudanças enquanto imagina mudanças sucessivas na outra quantidade (Ação Mental 3) (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 118, tradução livre).

A partir de muitos estudos sobre raciocínio covariacional, os autores desenvolveram a taxonomia do PCA, com itens que abordam ideias centrais do

Pré-Cálculo que os autores julgam necessárias para o aprendizado de Cálculo, podendo nortear os desenvolvedores de currículo e professores das disciplinas. Entretanto, o teste não pretende abordar todo o conteúdo de cursos pré-requisitos ao Cálculo, apenas focar em habilidades de raciocínio essenciais.

A Taxonomia PCA possui duas classificações (Habilidades de Raciocínio e Entendimentos), com cada uma contendo 3 categorias.

Quadro 11: Taxonomia do PCA

**Habilidades de raciocínio**

**R1** *Visualização do processo da função* (itens 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 20, 22, 23).

Visualizar uma função como um processo generalizado que aceita entrada e produz saída. Coordenação apropriada de processos de funções múltiplas

**R2** *Raciocínio covariacional* (itens 15, 18, 19, 24, 25)

Coordenar duas quantidades variáveis que mudam paralelamente, enquanto cuida de como as quantidades mudam em relação um ao outro

**R3** *Habilidades computacionais* (itens 1, 3, 4, 10, 11, 14, 16, 17, 21).

Identificar e aplicar manipulações algébricas e procedimentos adequados para apoiar a criação e o raciocínio sobre modelos de função.

**Entendimentos**

*Entender o significado dos conceitos de função:*

**ME** Avaliação da função (itens 1, 5, 6, 11, 12, 16, 20).

**MR** Taxa de mudança (itens 8, 10, 11, 15, 19, 22).

**MC** Composição da função (itens 4, 5, 12, 16, 17, 20, 23).

**MI** Inversa da função (itens 2, 4, 9, 10, 13, 14, 23).

*Entender a taxa de crescimento dos tipos de função:*

**GL** Linear (itens 3, 10, 22).

**GE** Exponencial (item 7).

**GR** Racional (itens 18, 25).

**GN** Geral não linear (itens 15, 19, 24).

*Compreender as representações de funções (interpretar, usar, construir, conectar):*

**RG** Gráfico (itens 2, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 19, 24).

**RA** Algébrico (itens 1, 4, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25).

**RN** Numérico (itens 3, 12, 13).

**RC** Contextual (itens 3, 4, 7, 8, 10, 11, 15, 17, 18, 20, 22).

De forma a confirmar a validade do teste, os autores destacam que dois itens nunca repetem a mesma combinação de categorias. Isso significa que o fato de um aluno acertar duas questões que exigem, por exemplo, a mesma habilidade de raciocínio, já que os entendimentos serão distintos, ou vice-versa. Ao realizarem entrevistas enquanto organizavam o teste em questões de múltipla escolha, notaram que seus resultados “forneceram confiança de que cada item realmente avaliou as subdimensões da Taxonomia PCA associadas a esse item” (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 137).

Apesar do tratamento do escore PCA como uma variável emergente, descobrimos que 592 dos 600 coeficientes de correlação em pares foram positivos. Assim, o teste de 25 itens é capaz de atingir um nível de Cronbach alfa de 0,73 [...] indicando algum grau de coerência geral (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 137, tradução livre).

Durante a investigação, os autores fizeram comparações de *ganho normalizado* de turmas específicas, com o objetivo de esclarecer possíveis avanços nas habilidades de raciocínio covariacional dos participantes. Segundo Hake (1998) apud Epstein (2013), pode ser obtido através da seguinte fórmula:

*Equação 2: Ganho normalizado*

$$\langle g \rangle = \frac{\mu_f - \mu_o}{100 - \mu_o}$$

Fonte: Hake (1998) apud Epstein (2013).

A variável  $\mu_f$  significa a pontuação média final da classe, enquanto que  $\mu_o$  é a média inicial. Ou seja, o ganho normalizado permite observar a evolução da turma (coletivo) durante o período da pesquisa.

Ao aplicarem o PCA de forma adaptada (com 15 questões do teste e 10 questões alternativas, mas com os mesmos critérios avaliativos) afim de compararem o ganho normalizado de 143 alunos de um projeto de Redesenho de Álgebra Universitária, que possui foco em melhorar as habilidades de raciocínio covariacional dos cursantes, com o de 36 alunos classes tradicionais, ambos da Universidade do Estado do Arizona. Os resultados destes ganhos foram de 3,6 e 0,8, respectivamente. “O exame desses dados sugere que o PCA é capaz de detectar mudanças na compreensão do aluno em relação à pontuação geral do PCA” (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010, p. 140).

Já ao aplicarem o teste sem alterações em forma de “pré-teste” com 248 alunos de cursos introdutórios de Cálculo, também da Universidade do Estado do Arizona, perceberam que 77% dos alunos que conseguiram acertar ao menos

13 questões conseguiram aprovação em Cálculo com uma nota C ou superior. Já 60% dos alunos que acertaram 12 questões ou menos reprovaram (com nota D ou inferior) ou desistiram do curso (CARLSON; OEHRTMAN; ENGELKE, 2010). Isso permite perceber que o teste pode ser um bom indicativo sobre o desempenho dos alunos na disciplina de Cálculo. O alfa de cronbach do teste foi de  $\alpha = 0,73$ .

#### **4.6.1.1 Teste Exame de Conhecimentos Pré-cálculo: Tradução e adaptação textual não-transcultural do PCA**

Durante a revisão de literatura, resolveu-se utilizar o teste feito por Drlik (2015), mas de forma objetiva, ou seja, foram acrescentadas alternativas para tornar os itens em questões de múltipla escolha, com 5 alternativas cada. Esse novo teste foi nomeado como *Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo* (ECP). As alternativas incorretas foram criadas tomando por base a o quadro de erros dos alunos fornecido por Drlik (2015). A utilização deste teste serviu para alcançar o objetivo de identificar as principais dificuldades conceituais dos alunos sobre assuntos considerados chave para a compreensão da disciplina. O teste possui 22 itens (os itens 5 e 11 são divididos em dois)<sup>9</sup>.

Para a realização desta adaptação, primeiramente, o teste foi inteiramente traduzido para o português de forma livre. A obra de Drlik (2015) apresenta um resumo das principais respostas a cada item, entre corretas e incorretas. A partir deste resumo foram elaboradas as alternativas do teste, desde a alternativa correta até os distratores, nome dados às alternativas incorretas de um teste (INEP, 2010). Por fim, para a aplicação de forma remota, o teste foi adaptado ao Google Forms.

#### **4.6.2 Questionários: Formulários de percepções dos docentes, discentes e monitores sobre a monitoria de Cálculo I**

Segundo Gil (2008)

Pode-se definir questionário como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc (GIL, 2008, p. 121).

Nesta pesquisa, como forma de potencializar o número de participantes, foi escolhida a plataforma Formulários Google para a distribuição do

---

<sup>9</sup> A taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-cálculo encontra-se nos apêndices

questionário, por conta da facilidade de envio e respostas, sem a necessidade de um encontro presencial. Gil (2008) cita algumas vantagens do questionário em relação às entrevistas<sup>10</sup>, como uma maior abrangência de respostas, garantia de anonimato, o participante pode responder às perguntas quando tiver tempo disponível para isso, etc.

Entretanto, o autor também cita desvantagens, como a exclusão de pessoas que não saibam ler/escrever (o que não será um problema nesta pesquisa, por conta do histórico acadêmico dos participantes), a não permissão do respondente em estender suas respostas, não garantia de resposta, entre outros.

Alunos, monitores e professores de Cálculo tiveram um questionário específico para cada categoria, e todos possuem questões fechadas e abertas. No que tange à forma como as questões foram numeradas, determinadas respostas levam o respondente à diferentes perguntas (exemplo: o fato do aluno conhecer a monitoria o leva a responder questões diferentes daquele que responder que não conhece ou não frequentou o programa). Isso garante que o participante não se sinta deslocado ao responder ao questionário. Isso foi possível graças à ferramenta de “criar seções” e “ir para sessões com base na resposta” presentes no Google Formulários.

O conteúdo dos itens de cada questionário contém indagações sobre a forma como o respondente enxerga a monitoria, seus benefícios, a relação com o monitor (ou do monitor com alunos e professores), o ensino de Cálculo e sugestões para o aprimoramento do programa de forma geral. Por conta da limitação de alternativas, algumas questões fechadas permitem que os participantes adicionem opções que não estavam presentes na pergunta original.

#### **4.6.2.1 Elaboração dos questionários**

O processo de formulação das perguntas do questionário foi feito tomando como base os questionários de Natario (2001) e Steinbach (2015) e Frison (2016), além dos resultados de Flores (2018), Flores, Lima e Fontella (2017), Cvasotto e Viali (2011), Rezende (2003), assim como a experiência do autor com a monitoria de forma geral.

---

<sup>10</sup> Inicialmente, estava programada a utilização de entrevistas para complementar os resultados obtidos com os questionários, mas a falta de tempo hábil impossibilitou o uso do instrumento.

Quadro 12: Percepção discente: objetivos, categorias e obras de apoio

Descrição do item	Objetivo	Categoria	Obras consultadas
1	Separar os alunos entre frequentes e não frequentes.	Assiduidade discente	AUTOR
1.1	Descobrir qual ou quais motivos foram os principais fatores que fizeram com que o aluno deixasse de frequentar a monitoria. As opções mais escolhidas terão destaque para serem formuladas soluções.	Assiduidade discente	AUTOR
1.1.1	Explorar outras possibilidades além das opções acima.	Assiduidade discente	AUTOR
1.1.2	Obter sugestões que possam otimizar a frequência dos alunos à monitoria e formular soluções.	Assiduidade discente	AUTOR
1.2	Encontrar soluções para que os alunos tenham ciência da monitoria de Cálculo I.	Sugestões	AUTOR
2	Descobrir qual monitoria abrangeu a maior quantidade de alunos.	Assiduidade discente	AUTOR
2.1	Destacar diferenças e preferências dos alunos sobre cada monitoria da UFAM	Assiduidade discente	AUTOR
3	Descobrir como o aluno descobriu a existência da monitoria e/ou motivos para procurá-la.	Assiduidade discente	(FRISON 2016)
4	Identificar os problemas encontrados pelos alunos para ter acesso à monitoria, e formular soluções.	Assiduidade discente	(GOMES, 2015)
4.1	Explorar mais influências além das citadas acima	Assiduidade discente	(GOMES, 2015)
5	Identificar o impacto da monitoria de Cálculo I durante o cursar da disciplina.	Benefícios da monitoria	(FRISON 2016)
5.1	Explorar outros benefícios além dos citados acima	Benefícios da monitoria	(FRISON 2016)
6	Descobrir se a monitoria de Cálculo I foi crucial para a aprendizagem da disciplina.	Benefícios da monitoria	(FELICETTI; GOMES; FOSSATTI, 2013; GOMES, 2015; FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017)
7	Medir o quanto a monitoria de Cálculo I foi útil para o esclarecimento de dúvidas conceituais da disciplina.	Benefícios da monitoria	(FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017; FLORES, 2018)
8	Descobrir se a monitoria foi crucial para uma melhora (ou piora) nas notas da disciplina, levando em consideração que o entendimento do assunto não necessariamente resulta em bons resultados avaliativos por motivos diversos.	Benefícios da monitoria	(FELICETTI; GOMES; FOSSATTI, 2013; GOMES, 2015; FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017; FLORES 2018)
9	Descobrir se a relação pessoal entre alunos e monitores foi considerada satisfatória ou não.	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001; FLORES 2018)
10	Identificar quais eram as principais funções do monitor de Cálculo I nos encontros, baseado nas pesquisas citadas na revisão de literatura.	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001)

10.1	Descobrir alguma outra função que supostamente fugiria das funções tradicionais de monitoria.	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001)
11	Aferir quais instrumentos o monitor utiliza nos encontros, sejam eles usuais ou inovadores.	Percepção sobre a monitoria	(REZENDE, 2003; FLORES 2018)
12	Identificar o nível de domínio de conteúdo de Cálculo I do monitor.	Percepção sobre a monitoria	(STEINBACH, 2015; FLORES 2018)
13	Identificar o nível de desenvolvimento didático/pedagógico do monitor.	Percepção sobre a monitoria	(FELICETTI; GOMES; FOSSATTI, 2013; FLORES 2018)
14	Aferir o nível de preocupação dos monitores em contextualizar a disciplina de Cálculo I conforme o curso de graduação dos monitorandos.	Percepção sobre a monitoria	(REZENDE, 2003; FLORES 2018)
15	Averiguar qual é o método preferido pelos alunos, variando entre “totalmente presencial” à “totalmente remoto”.	Percepção sobre a monitoria	AUTOR
16	Averiguar a rotina de estudo dos alunos.	Percepção sobre a monitoria	AUTOR
17	Descobrir em que pontos o professor de Cálculo I mais centrava ao ministrar aulas	Percepção sobre a monitoria	(REZENDE, 2003)
17.1	Encontrar possíveis novos aspectos além dos dispostos no item anterior.	Percepção sobre a monitoria	(REZENDE, 2003)
18	Descobrir em que pontos o monitor de Cálculo mais centrava ao realizar a monitoria	Percepção sobre a monitoria	(REZENDE, 2003)
18.1	Encontrar possíveis novos aspectos além dos dispostos no item anterior.	Percepção sobre a monitoria	(REZENDE, 2003)
19	Explorar de maneira ampla, através da experiência do aluno com a monitoria, novas sugestões para o aperfeiçoamento do programa de forma geral.	Sugestões	(STEINBACH, 2015)

Fonte: Autor

Quadro 13: Percepção docente: objetivos, categorias e obras de apoio

Descrição do item	Objetivo	Categoria	Obras consultadas
1	Identificar quantas vezes o professor lecionou a disciplina de Cálculo I.	Percepção sobre a monitoria	AUTOR
1.1	Descobrir quais professores já tiveram o auxílio de um monitor.	Percepção sobre a monitoria	AUTOR
1.1.1	Descobrir quais eram as orientações do professor para o monitor.	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001)
1.1.2	Descobrir o quão boa (ou ruim) foi a relação do orientador com seu monitor.	Percepção sobre a monitoria	(STEINBACH 2015)

1.1.3	Independente da relação pessoal, identificar se o professor ficou satisfeito com o desempenho do monitor nas suas funções (descrita no item 1.1.2).	Percepção sobre monitoria a	(NATARIO, 2001; FLORES, 2018)
1.2	Saber quais monitorias de Cálculo os professores conhecem.	Percepção sobre monitoria a	AUTOR
1.3	Medir o quanto os professores conhecem a monitoria de Cálculo.	Percepção sobre monitoria a	(STEINBACH 2015)
1.3.1	Identificar a influência do professor na recomendação do programa para seus alunos	Percepção sobre monitoria a	(FELICETTI; GOMES; FOSSATTI, 2013)
1.3.2	Identificar a influência do professor na função dos monitores	Percepção sobre monitoria a	AUTOR
1.3.3	Encontrar novas sugestões para melhorar a proposta de monitoria de Cálculo na UFAM.	Sugestões	AUTOR
2	Descobrir o que, na opinião dos professores, seria um “monitor ideal”.	Percepção sobre monitoria a	(FLORES 2018)
3	Descobrir as principais dificuldades encontradas na implementação da monitoria de Cálculo I e se a coordenação toma atitudes para minimizá-las	Desafios da monitoria	(STEINBACH, 2015)
4	Identificar a percepção do professor sobre a monitoria de Cálculo I como uma forma de auxílio à sua função como professor da disciplina	Percepção sobre monitoria a	(STEINBACH, 2015)
5	Descobrir em que pontos o professor de Cálculo I mais centrava ao ministrar aulas	Percepção sobre monitoria a	(REZENDE, 2003)
5.1	Identificar novos pontos além dos citados acima	Percepção sobre monitoria a	(REZENDE, 2003)
6	Aferir quais instrumentos o monitor utiliza nos encontros, sejam eles usuais ou inovadores.	Percepção sobre monitoria a	(FLORES 2018)
7	Encontrar novas sugestões para melhorar a proposta de monitoria de Cálculo na UFAM.	Sugestões	AUTOR

Fonte: autor

Quadro 14: Percepção do monitor: objetivos, categorias e obras de apoio

Descrição do item	Objetivo	Categoria	Obra consultada
1	Identificar a monitoria a qual o monitor de Cálculo I estava vinculado	Identificação	AUTOR
1.1	Descobrir se o monitor de Cálculo I teve algum contato/assistência dos professores da disciplina	Percepção sobre monitoria a	(NATARIO, 2001; FLORES 2018)
2	Identificar o que mais atrai os candidatos à monitoria de Cálculo I	Benefícios da monitoria	(NATARIO, 2001; STEINBACH, 2015; FLORES 2018)

2.1	Identificar outras motivações além das citadas no item anterior	Benefícios da monitoria	(NATARIO, 2001; STEINBACH, 2015; FLORES 2018)
3	Descobrir se os monitores já exerceram a função antes, e caso sim, se repetiram a disciplina.	Benefícios da monitoria	AUTOR
4	Descobrir o que os monitores de Cálculo I consideram essencial para o exercício da função	Percepção sobre a monitoria	(FLORES 2018)
5	Identificar exatamente quais foram as funções dos monitores de Cálculo I	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001)
6	Descobrir os benefícios que a monitoria trouxe para a formação do monitor	Benefícios da monitoria	(NATARIO, 2001; FRISON, 2016, FLORES 2018)
6.1	Identificar possíveis novos benefícios além dos citados no item anterior	Benefícios da monitoria	(NATARIO, 2001; FRISON, 2016, FLORES 2018)
7	Descobrir se, com a experiência anterior, o monitor se candidataria novamente para a função	Benefícios da monitoria	AUTOR
7.1	Identificar possíveis motivos para a desistência de continuar como monitor	Benefícios da monitoria	AUTOR
7.2	Identificar quais os principais motivos para o monitor se entusiasmar a continuar com os trabalhos de monitoria	Benefícios da monitoria	(NATARIO, 2001; FLORES 2018)
7.2.1	Descobrir novas motivações para a permanência do monitor na função	Benefícios da monitoria	(NATARIO, 2001; FLORES 2018)
8	Descobrir os principais desafios do monitor durante o desenvolvimento da função	Desafios da monitoria	(NATARIO, 2001)
8.1	Identificar possíveis novas dificuldades além das citadas no item anterior	Desafios da monitoria	(NATARIO, 2001)
9	Identificar quais seriam as possíveis reações do monitor quanto à “indisciplina” dos alunos monitorandos	Desafios da monitoria	(NATARIO, 2001)
9.1	Descobrir como o monitor enxerga seu papel em frente a esta adversidade	Desafios da monitoria	(NATARIO, 2001)
10	Descobrir se a monitoria despertou o desejo do monitor em seguir a carreira no magistério	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001; FLORES 2018)
10.1	Confirmar o objetivo do item anterior	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001; FLORES 2018)
11	Descobrir quais foram as principais dificuldades, na visão do monitor, com	Desafios da monitoria	(REZENDE, 2003;

	relação ao conhecimento matemático dos alunos monitorandos		FLORES, 2018)
11.1	Identificar possíveis novas dificuldades além das citadas acima	Desafios da monitoria	(REZENDE, 2003; FLORES 2018)
12	Descobrir a visão do monitor sobre o motivo da disciplina de Cálculo possuir uma alta taxa de reprovação	Desafios da monitoria	(REZENDE, 2003; CAVASOTTO; VIALI, 2011; FLORES 2018)
13	Descobrir a visão do monitor sobre os benefícios das monitorias aos alunos	Desafios da monitoria	(NATARIO, 2001; STEINBACH, 2015; FLORES 2018)
14	Descobrir a visão do monitor sobre os motivos pelos quais alunos, mesmo em dificuldades com a disciplina, não procurarem pela monitoria	Assiduidade discente	(FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017; FLORES 2018)
15	Descobrir, de forma geral, como foi a relação do monitor e seu orientador	Percepção sobre a monitoria	(STEINBACH, 2015)
16	Descobrir, de forma geral, como foi a relação do monitor com os demais professores de Cálculo I	Percepção sobre a monitoria	(FLORES 2018)
17	Descobrir, de forma geral, como foi a relação do monitor com os alunos	Percepção sobre a monitoria	(NATARIO, 2001, FLORES 2018)
18	Descobrir, de forma geral, como foi frequência dos alunos à monitoria	Assiduidade discente	(FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017)
19	Descobrir como foi a assiduidade dos alunos que buscavam a monitoria	Assiduidade discente	(FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017)
20	Encontrar novas sugestões para melhorar a proposta de monitoria de Cálculo na UFAM.	Sugestões	AUTOR

Fonte: autor

Yin (2001) aponta que um estudo de caso, por utilizar-se de variados instrumentos de coleta de dados, tende também a ter múltiplos meios de análise. O autor reitera também a comum ocorrência de, na interpretação desses dados, o pesquisador aponte uma interpretação errônea sobre determinado objeto. Os principais instrumentos dignos de alerta por conta do autor são os documentos; no entanto, a “má interpretação” pode ocorrer com qualquer instrumento de coleta aplicado.

## 4.7 Coleta de dados

A coleta de dados teve início na segunda e terceira semanas de aula (entre os dias 01 e 11 de fevereiro) do período 2021.1 (por conta da pandemia, houve atrasos na programação, portanto, o primeiro semestre letivo de 2021 só teve início no fim de janeiro de 2022). Primeiramente, pretendia-se fazer um levantamento de dados de aprovação e reprovação na disciplina nos últimos dois anos, para dados de comparação com a revisão de literatura. Contudo um dos desafios do pesquisador foi obter respostas dos órgãos responsáveis sobre a possibilidade de utilizar tais resultados. Por conta da pandemia, todos os meios de comunicação dos responsáveis pelo armazenamento destes dados aconteciam de forma remota, impossibilitando uma abordagem presencial e imediata. Por falta de tempo hábil, descartou-se este levantamento inicial.

Portanto, o primeiro passo iniciou-se com a interação com os professores da disciplina de Cálculo I (cuja informação foi fornecida pelo Chefe de Departamento). O primeiro contato aconteceu de maneira formal, apresentando os objetivos da pesquisa e de que forma a mesma poderia ajudar futuros alunos da disciplina. Este contato aconteceu de forma amistosa e sem qualquer tipo de coerção, cabendo apenas aos resultados esperados da pesquisa como motivação para a participação dos docentes. Ao mesmo tempo, foi realizado um levantamento dos monitores aprovados e turmas as quais foram contempladas pelo programa, através dos *editais de seleção de monitores*.

Durante a interação com os professores, foi apresentado o instrumento de análise de dados quantitativos: o teste *Exame de Conhecimentos Pré-cálculo, traduzido livremente* adaptado de forma não-transcultural do *Precalculus Concept Assesment (PCA)* (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010).

### 4.7.1 Procedimentos na aplicação do Exame de Conhecimentos Pré-cálculo

Primeiramente, foi fornecido os professores o TCLE, pedindo autorização tanto do mestre tanto para colaborar com a coleta dos resultados, bem como para participar da pesquisa em um momento futuro. Assim, foi explicado a forma como o teste PCA seria aplicado<sup>11</sup>: remotamente, por meio do app Google

---

<sup>11</sup> Como explicado anteriormente, a proposta inicial era que o teste fosse aplicado duas vezes, para o cálculo do ganho normalizado e comparação desses ganhos entre os alunos que

Formulários, com auxílio do detector de colas Autoproctor. Após autorização inicial dos professores, os alunos foram convencidos a colaborar com a pesquisa, assinando o termo de consentimento e realizando o teste, durante o horário de aula oferecidos gentilmente pelos mestres. Ao todo, 6 professores (incluindo os orientadores dos monitores de Cálculo I) e 101 alunos aceitaram participar da pesquisa. Os alunos tiveram 100 minutos (dois horários) para realizar o teste.

O Google Forms permite ao usuário separar o formulário por seções. A primeira seção contou com as instruções para a realização do teste. A segunda contou com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em que o participante autoriza a publicação dos dados coletados, além de futura coleta de relatos. A terceira contou com a identificação do candidato, como nome, curso, matrícula, etc. Da quarta à sexta seções, localizava-se o teste propriamente dito. A sétima e última seção contou com uma única pergunta, questionando o quão difícil o participante classificaria o teste realizado, entre “muito fácil” à “muito difícil”. Após cada uma das 22 questões do teste, há um item de ICR.

## ICR

Um teste de múltipla escolha simples está sujeito a limitações: um acerto não necessariamente significa que um aluno estava convicto de sua resposta. Por conta disso, foi aplicado o método do *teste de duas camadas*, em que cada questão é acompanhada por um *índice de certeza de resposta* (HASAN; BAGAYOKO; KELLEY, 1999). O ICR consiste em, a cada questão, ser anexado um item o qual avaliará o nível de convicção do participante do teste quanto a sua resposta. Os autores o desenvolveram utilizando uma escala *tipo-Likert*, de 0 a 5, em que 0 significa “totalmente adivinhação”, e 5 “certeza absoluta”. Para este teste, foi utilizado o modelo de 1 a 5, da seguinte forma:

Totalmente um chute	Quase um chute	Não tenho certeza	Quase convicto	Totalmente convicto
1	2	3	4	5

Em “porcentagens de certeza”, *totalmente um chute* significaria 0%. Ao optar por *quase um chute*, o participante aponta 25% de certeza (o respondente sabe que pelo menos uma das alternativas está errada, mas não tem certeza das demais). *Não tenho certeza* indicaria dúvida entre duas ou três opções, mas

---

procuraram pela monitoria da disciplina. Entretanto, com o avanço da pandemia, só foi possível executar o teste uma única vez.

sem convicção maior por qualquer uma delas. *Quase convicto* 75% de certeza, ou seja, indicaria dúvida entre duas opções, porém com um nível de certeza maior por determinada alternativa, mas sem descartar a outra. Já *totalmente convicto* indica 100% de certeza, ou seja, o respondente não tem dúvidas que a sua escolha é a correta.

As vantagens da utilização desse artifício nesta pesquisa é a possibilidade de averiguar se as questões com maior número de erros tiveram esse resultado por conta de incerteza ou dúvida dos participantes, assim como as de maior acerto tiveram foram de forma acidental ou por convicção deles.

### **Descrição sobre o andamento da monitoria**

De forma que fosse possível comparar as diferentes monitorias presentes na Universidade Federal do Amazonas, foi confeccionado um quadro de frequência para os monitores, com espaço para nomes dos presentes e data. Entretanto, apenas os monitores do Departamento de Matemática o entregaram preenchido. Os monitores do PET afirmaram que os discentes que os procuraram, o fizeram apenas na véspera das últimas provas do semestre, mas não preencheram a lista.

Como os três professores orientadores de monitoria de Cálculo I do Departamento de Matemática aceitaram participar da pesquisa, foi possível obter o contato dos monitores e fazer a apresentação da pesquisa, bem como o TCLE. Dois dos três monitores aceitaram fazer parte da pesquisa, que incluía o preenchimento da lista de frequência e a recolha de relatos ao final do semestre.

Já a monitoria do PET contava com um orientador que não estava lecionando a disciplina de Cálculo I, portanto, foi necessária uma abordagem individualizada, com uma carta explicando do que se tratava a pesquisa, e o intuito de convidar os monitores orientados por ele a participar. Os três monitores de Cálculo I do PET aceitaram contribuir com a investigação, tanto com o preenchimento da lista de frequência como com a recolha de relatos ao final do semestre.

#### **4.7.2 Questionários**

Com os questionários específicos para cada participante concluídos, iniciou-se os procedimentos para a sua aplicação, seguindo o protocolo apresentado.

#### **4.7.2.1 Procedimento de aplicação dos questionários**

Ainda durante os contatos iniciais, foi informado tanto aos docentes como aos discentes a possibilidade de uma coleta de relatos, tratando-se da disciplina e da Monitoria de Cálculo I. 2 dos docentes orientadores de Monitoria de Cálculo I aceitaram inicialmente participar da pesquisa, fornecendo inclusive o contato dos seus respectivos orientandos monitores. Desta forma, com o aval dos orientadores, foi feito um convite formal aos monitores, informando-os sobre a natureza da pesquisa e solicitando-os a recolha de relatos sobre a monitoria de Cálculo I ao fim do semestre, de forma anônima. Ambos aceitaram participar da investigação.

Com o conhecimento das monitorias na modalidade PET e Super, foi solicitado ao Chefe de Departamento de Matemática a informação sobre os docentes responsáveis pela orientação dos monitores destas monitorias, assim como seus contatos. Embora não tenham participado da pesquisa (tanto na aplicação do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo como na coleta de relatos), aceitaram fornecer o contato dos seus monitores, que foi realizado da mesma forma como os monitores do Departamento de Matemática.

Como o PET abrange mais que a disciplina que esta pesquisa investiga, foi necessário primeiro fazer o reconhecimento dos monitores de Cálculo I. Os dois monitores responsáveis pela monitoria da disciplina aceitaram participar da recolha de relatos ao final do semestre. Já quanto ao Projeto Super, 2 monitores inicialmente aceitaram participar da investigação, mas apenas um deles estava lotado no Campus UFAM, portanto, apenas 1 deles teve seus relatos coletados. Portanto, ao todo, 6 monitores aceitaram responder ao questionário.

Ao final do semestre, foi realizado um novo contato, solicitando aos participantes que respondessem ao questionário de forma online. Todos os monitores que inicialmente aceitaram participar da pesquisa aceitaram responder ao questionário. Entretanto, ao analisar os questionários destinados aos docentes e discentes, notou-se que o instrumento estava carente de itens relacionados a questões didático-pedagógicas. Portanto, o instrumento foi reanalisado, de forma a enriquecê-los quanto a este conteúdo, o que atrasou sua aplicação aos demais participantes da pesquisa.

Com os instrumentos corrigidos, os docentes e discentes foram contatados para participar da coleta de relatos, porém, apenas 3 docentes e 32

discentes responderam ao contato<sup>12</sup>. A aplicação também aconteceu de forma online, através do Google Formulários.

## 4.8 Procedimentos de Análise dos Dados

### 4.8.1 Teoria Clássica dos Testes

Para a análise dos resultados do teste Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo, foi utilizada a Teoria Clássica dos Testes (TCT). A TCT é utilizada principalmente para que possa ser analisada a *validade* e a *confiabilidade* de um instrumento (SARTES; SOUZA-FORMIGONI, 2013). A validade de um construto é a capacidade de um instrumento medir o conceito teórico que pretende medir (BRUSCATO, 1998; MENEZES; NASCIMENTO, 2000; STRAUSS; SMITH, 2009 APUD SARTES; SOUZA-FORMIGONI, 2013;). Já a confiabilidade de um teste “se refere à reprodutibilidade da medida, ou seja, o grau de concordância entre múltiplas medidas de um mesmo sujeito *inter* e *intra* indivíduos” (ARMSTRONG; WHITE; SARACCI, 1994 APUD SARTES; SOUZA-FORMIGONI, 2013, p. 242). As duas propriedades a serem utilizadas neste trabalho serão o *índice de dificuldade* (ID) e o *índice de discriminação* (IDS).

Conforme afirmam Piton-Gonçalves e Almeida (2018), o ID de um determinado item pode ser definido pela seguinte fórmula:

*Equação 3: Fórmula do índice de dificuldade*

$$ID_i = \frac{A}{n}$$

Fonte: Piton-Gonçalves e Almeida (2018)

em que  $A$  é o número de participantes que responderam ao item de forma correta, e  $n$  o total de participantes. Portanto, quanto maior a porcentagem de acertos, maior seria o índice de dificuldade. Semanticamente, seria mais apropriado chama-lo de “índice de facilidade” (RABELO, 2013 p. 133 APUD BRAGA, 2018 p. 162).

Portanto, o  $ID_i$  pode variar entre 0, que significaria, semanticamente, o “índice máximo de dificuldade” (todos os participantes errarem), e 1, que significaria o “índice máximo de facilidade” (todos os participantes acertarem). Cerdá (1978) apresenta uma tabela com cinco classificações de itens, cuja proposta é fazer com que o teste se mantenha heterogêneo:

---

<sup>12</sup> O atraso na pesquisa pode ter resultado neste problema.

Tabela 1: Classificação do item de acordo com ID

Porcentagem	ID	Classificação do item
10%	de 0,75 a 0,95	Muito fácil
20%	de 0,55 a 0,74	Fácil
40%	de 0,45 a 0,54	Moderado
20%	de 0,25 a 0,44	Difícil
10%	de 0,05 a 0,24	Muito difícil

Fonte: Cerdá (1978) apud Piton-Gonçalves; Almeida (2018)

Entretanto, como o objetivo de identificar o índice de dificuldade do itens, será utilizado o “método abreviado dos 27%”, que consistem separar os itens em dois grupos: 27% das questões mais difíceis e 27% das mais fáceis, desprezando os outros 46% (ERTHAL, 1987; APUD PITON-GONÇALVES; ALMEIDA, 2018)).

Já o IDS consiste na técnica de avaliar

[...] se um item é capaz de diferenciar os participantes que obtiveram alto ou baixo escore no teste. Por exemplo, se um item foi respondido corretamente por todos os participantes com baixo escore, espera-se que um participante com alto escore também responda corretamente (PITON-GONÇALVES; ALMEIDA, 2018, p. 41).

Portanto, caso um item tenha acertos e erros de forma aleatória, sem uma diferenciação entre aqueles de maior ou menor pontuação, pode ser considerado um item de com baixo IDS. Determinar o IDS do teste PCA será fundamental para avalia-lo e possivelmente recomendar o seu uso no Guia de Orientações pretendido no 4º objetivo específico desta pesquisa. Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018) apresentam uma tabela com a classificação de um item de acordo com seu índice de discriminação:

Tabela 2: Classificação do IDS

Intervalo do IDS	Classificação do item
]0,0; 0,2[	Ineficiente
]0,2; 0,3[	Necessita de revisão
]0,3; 0,4[	Aceitável
$IDS_i \geq 0,4$	Satisfatório

Fonte: Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018)

Apesar dos valores apresentados na tabela, na prática, o  $IDS_i$  pode variar entre -1 e +1. Pasquali (2017) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018) apresentam duas formas de obter o  $IDS_i$ :

### Correlação Bisserial

É indicada quando há uma continuidade das variáveis correlacionadas, desde que uma delas tenha sido dicotomizada entre correta ou incorreta (PITON-GONÇALVES; ALMEIDA, 2018).

*Equação 4: Correlação Bisserial*

$$r_{bis} = \frac{\bar{x}_p - \bar{x}_t}{s_t} \cdot \frac{pq}{y}$$

Piton-Gonçalves e Almeida (2018)

$r_{bis}$ : Coeficiente Bisserial

$\bar{x}_p$ : Média dos que acertaram o item

$\bar{x}_t$ : Média total

$s_t$ : Desvio padrão

$p$ : Proporção de participantes que acertaram

$q$ : Percentual de erro ( $q = 1 - p$ )

$y$ : “valor da densidade da distribuição normal com média 0 e variância 1 no ponto em que a área da curva à esquerda deste ponto é igual a  $p$ ” ((BORGATTO; ANDRADE, 2012, p. 149 APUD BRAGA, 2018, p. 167).

Caso a distribuição não seja normal, o  $r_{bis}$  poderá resultar num valor maior que 1. Caso isso ocorra, recomenda-se o uso da Correlação Bisserial por Pontos (PITON-GONÇALVES; ALMEIDA, 2018).

### **Correlação Bisserial por Pontos**

Indicada quando a distribuição de dados é dicotômica (PITON-GONÇALVES; ALMEIDA, 2018):

*Equação 5: Correlação Bisserial por Pontos*

$$r_{bis} = \frac{\bar{x}_p - \bar{x}_t}{s_t} \cdot \sqrt{\frac{p}{q}}$$

Piton-Gonçalves e Almeida (2018)

### **Guessing e Guessing Rate**

O teste ECP possui 22 questões, entretanto, as questões 5 e 11 foram divididas em duas, ou seja, “5a e 5b”, “11a e 11b”, fazendo com que o teste tenha ao todo 24 itens, sendo 23 itens com **5 alternativas** cada e 1 com **4 alternativas**, fazendo com que a taxa de “acerto por adivinhação” do teste (ou “*guessing rate*”) seja de 5 itens ( $23 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,25 = 4,85 \approx 5$ ), ou seja,  $\approx 21\%$  do teste. Já o “*guessing do item*” trata-se da probabilidade de um “acerto por chute” de cada

item. Portanto, item de 5 alternativas possui um *guessing* de 20%, enquanto um de 4 alternativas possui um *guessing* de 25% (BRAGA, 2018).

A porcentagem ideal de acertos por item pode ser calculada pela metade da diferença entre o valor máximo e a porcentagem de “*guessing do item*”; ou seja, num item com 5 alternativas, espera-se um percentual de acertos mínimo de 60%  $\left(\frac{100\%-20\%}{2}\right)$ , já um item com 4 alternativas, 62,5%  $\left(\frac{100\%-25\%}{2}\right)$  (BRAGA, 2018).

#### **4.8.2 Análise de Bardin**

Já para a análise das respostas dos questionários, foi utilizada a Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Segundo o autor, esse método consiste em

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (BARDIN, 1977, p. 42).

Bardin (1977) divide a Análise de Conteúdo em três etapas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A pré-análise consistirá no primeiro contato com os documentos/dados a serem analisados (relatos de entrevista) e transcrição dos mesmos. Segundo Bardin (1977), essa etapa inclui uma *leitura flutuante*, que além do primeiro contato, envolve escolha dos documentos, elaboração de hipóteses, etc.

Como os questionários foram respondidos de forma online, não foi necessária a transcrição das respostas, apenas a organização das mesmas em quadros individuais. Durante a pré-análise, cada questionário teve suas respostas agrupadas para serem lidas em conjunto.

A exploração do material, segundo Bardin (1977), pode ser a etapa mais desgastante da Análise de Conteúdo. Os relatos foram transcritos e lidos de forma minuciosa, depois categorizados por temas e divididos em blocos de semelhança, baseado nas categorias apresentadas nos quadros 9, 10 e 11.

As questões que intercalam mais de um questionário foram analisadas em conjunto (*questões coletivas*), enquanto que as questões pertinentes a apenas um dos sujeitos da investigação (docente, discente ou monitor), foi realizada de

forma simples, levando em conta o agrupamento feito na etapa anterior (*questões individuais*).

Quadro 15: Relações entre as categorias

Cod.	Categorias	Subcategorias	Discentes	Docentes	Monitores
1	Assiduidade discente	1.1 Percentual de incidência discente 1.2 Percepção sobre a infrequência 1.3 Frequência 1.4 Assiduidade 1.5 Monitorias frequentadas e/ou conhecidas 1.6 Obstáculos na frequência da monitoria 1.7 Motivos para frequência à monitoria	x	-	x
2	Benefícios da monitoria	2.1 Impactos positivos 2.2 Influência na aprendizagem 2.3 Esclarecimento de dúvidas 2.4 Influência nas avaliações 2.5 Importância na formação dos monitores 2.6 Motivação na continuidade 2.7 Monitoria como suporte ao trabalho docente	x	-	x
3	Percepção sobre a monitoria	3.1 Atributos necessários para a monitoria 3.2 Foco do monitor 3.3 Foco do docente 3.4 Instrumentos utilizados (monitor) 3.5 Instrumentos utilizados (docente) 3.6 Domínio de conteúdo do monitor	x	x	x

		3.7 Didática do monitor 3.8 Relação discente x monitor 3.9 Relação docente x monitor 3.10 Preferência de modalidade 3.11 Interesses fora de sala de aula			
4	Desafios da monitoria	4.1 Dificuldades enfrentadas 4.2 Reação à indisciplina 4.3 Desafios de implementação 4.4 Dificuldades gerais em Cálculo I 4.5 Dificuldades conceituais em Cálculo I	-	x	x
5	Sugestões		x	x	x

Fonte: autor

Questões fechadas foram analisadas a partir da porcentagem de alternativas escolhidas pelos respondentes, destacando as mais citadas. Já as questões abertas tiveram suas respostas separadas e analisadas da seguinte forma: relatos que repetem termos, ou usam termos sinônimos, foram agrupados de forma que se pudesse chegar a uma conclusão sobre o que a maioria dos respondentes acredita sobre o tema apresentado. Opiniões divergentes das demais também foram levadas em conta durante a discussão dos resultados.

Por fim, o tratamento dos resultados consistiu na interpretação dos resultados, comparados com os dados obtidos na revisão de literatura e, no caso dos itens que envolvem o conteúdo de Cálculo I, comparados também com os dados do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo aplicado aos alunos. Tanto os relatos que corroboram com a revisão de literatura como os que contrapõem foram levados em consideração durante o tratamento dos resultados, de maneira que os resultados obtidos possam enriquecer o debate sobre as monitorias no país de forma geral.

### 4.8.3 Cruzamento dos resultados

Durante a análise, alguns itens foram rearranjados em outras categorias, criando-se subcategorias de forma a facilitar o cruzamento dos resultados. Este cruzamento foi projetado inicialmente com base na similaridade entre os itens e o que eles abordam, como temática ou alternativas similares entre para cada sujeito (docentes, discentes e monitores), entretanto, temas semelhantes se repetiram em itens que se encontravam em categorias distintas, permitindo o remanejamento destas. Algumas subcategorias abordam itens destinados exclusivamente a um dos sujeitos (docente, discente ou monitor), enquanto outras possuem temas que se complementam entre dois ou todos os sujeitos.

Na categoria *assiduidade discente*, os resultados obtidos por foram analisados afim de obter uma vista geral sobre a incidência de frequência discente, assiduidade, tipos de monitoria frequentadas e obstáculos para a frequência. Na subcategoria *percepção sobre a infrequência*, resultados de discentes e monitores foram comparados de forma a encontrar opiniões convergentes e divergentes sobre a infrequência à monitoria.

Já a categoria *benefícios da monitoria*, aborda tanto o auxílio da monitoria para os discentes quanto para a formação do próprio monitor. As opiniões de discentes e monitores se cruzaram sobre como a monitoria contribuiu de forma geral na disciplina de Cálculo I e nos estudos. Além disso, os monitores apresentaram as contribuições que a monitoria proporcionou nas suas formações.

Em *percepção sobre a monitoria*, docentes e discentes avaliaram os monitores quanto as suas qualidades (e defeitos) quanto ao domínio de conteúdo, didática e relação. Comparado a isso, os monitores também avaliaram sua relação com os outros sujeitos da investigação. Foram comparados também as qualidades necessárias para a monitoria na visão de monitores e docentes e os focos de cada um durante as aulas/monitoria. Com o cruzamento da subcategoria *foco do monitor* com o ECP, foi possível obter conclusões sobre a necessidade do foco da monitoria não só com a disciplina de Cálculo I, mas também com conhecimentos prévios de Matemática Básica e Elementar.

Em *desafios da monitoria*, docentes e monitores apresentaram seus pontos de vista sobre os obstáculos que a monitoria enfrenta e os motivos para tal. Esta categoria também teve seus resultados cruzados com os dados do teste

ECP com relação às dificuldades conceituais em Cálculo e Pré-Cálculo, mais especificamente nas subcategorias *dificuldades gerais em Cálculo I* e *dificuldades conceituais em Cálculo I*.

Por fim, a categoria *sugestões* foi criada no intuito de obter opiniões não esperadas previamente, em que o respondente estava livre para responder sua contribuição para uma possível otimização da monitoria de Cálculo I. Resultados que se repetiam foram comparados e colocados em destaque.

Ao final da análise, foi elaborado um *Guia para os Monitores*, com conselhos baseados nos relatos colhidos nos questionários e nos resultados do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo. Este guia conta com o teste na íntegra, um guia de implementação, gabarito e taxonomia do teste.

Além disso, foi construído um design de monitoria observado e um proposto para a otimização desta. Este design foi dividido em dois, um com destino aos próprios monitores, e um para o Departamento de Matemática, com sugestões pertinentes a cada um.

## **CAPÍTULO 5 – RESULTADOS**

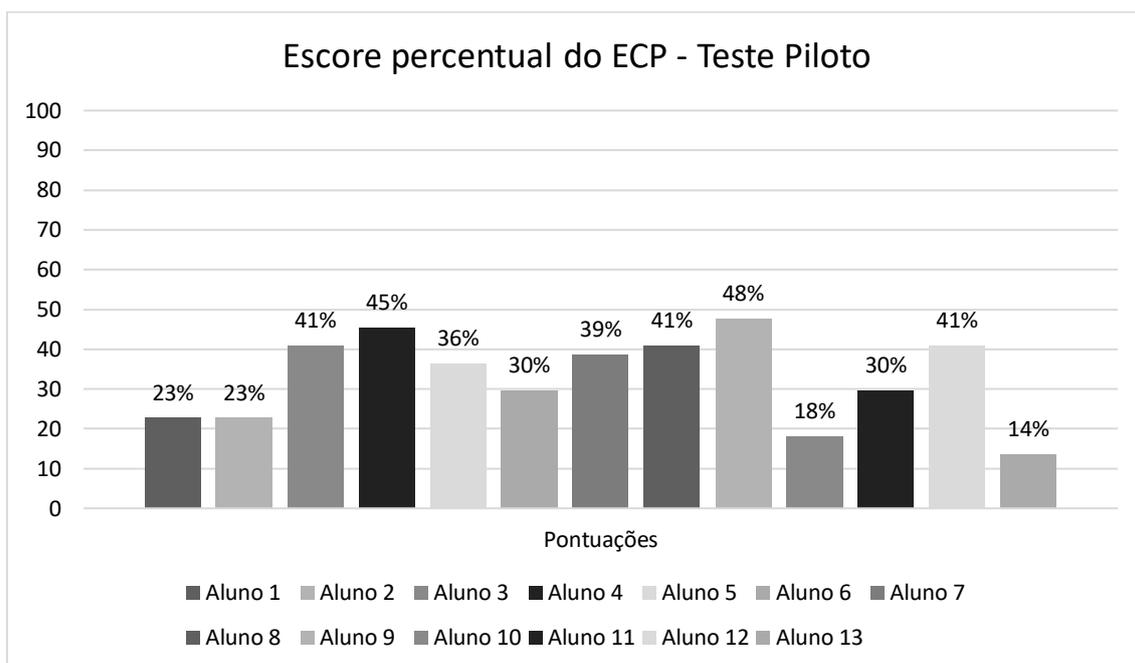
### **5.1 Testagem**

#### ***5.1.1 Teste Piloto no Maranhão***

De forma que fosse possível avaliar como o teste poderia ser aplicado e prever possíveis erros, foi realizado um teste de sondagem inicial, com o intuito de consertar possíveis erros tanto nos itens referentes às questões do teste em si, como nas perguntas de identificação, além verificar o desempenho do programa autoproctor. Para isso, foi escolhida uma turma de Cálculo I do curso de Sistemas de Informação numa IES do Maranhão.

Dos 13 alunos que participaram da sondagem (todos alunos do curso de Sistemas de Informação), nenhum chegou a acertar metade das questões. A maior pontuação foi 105/220, o que mostra uma grande lacuna no que tange a conhecimentos de função. A menor nota registrada foi 30/220, e a média da turma ficou em 72,31 pontos (33%), bem abaixo do esperado, 132 pontos ( $\approx$  60%).

Gráfico 1: Escore do Teste Piloto



Nenhuma pontuação ficou abaixo do “*guessing do teste*”, 45 pontos (20%). Em contrapartida, nenhuma alcançou o resultado esperado (60%).

Como o objetivo do teste piloto era testar as ferramentas para a aplicação do teste, além do baixo número de sujeitos, não foi feita uma análise minuciosa dos resultados. Entretanto, foi calculado o índice de dificuldade de cada item. Seguem a seguir os itens considerados “difíceis” ou “muito difíceis”, conforme a tabela apresentada por Piton-Gonçalves e Almeida (2018).

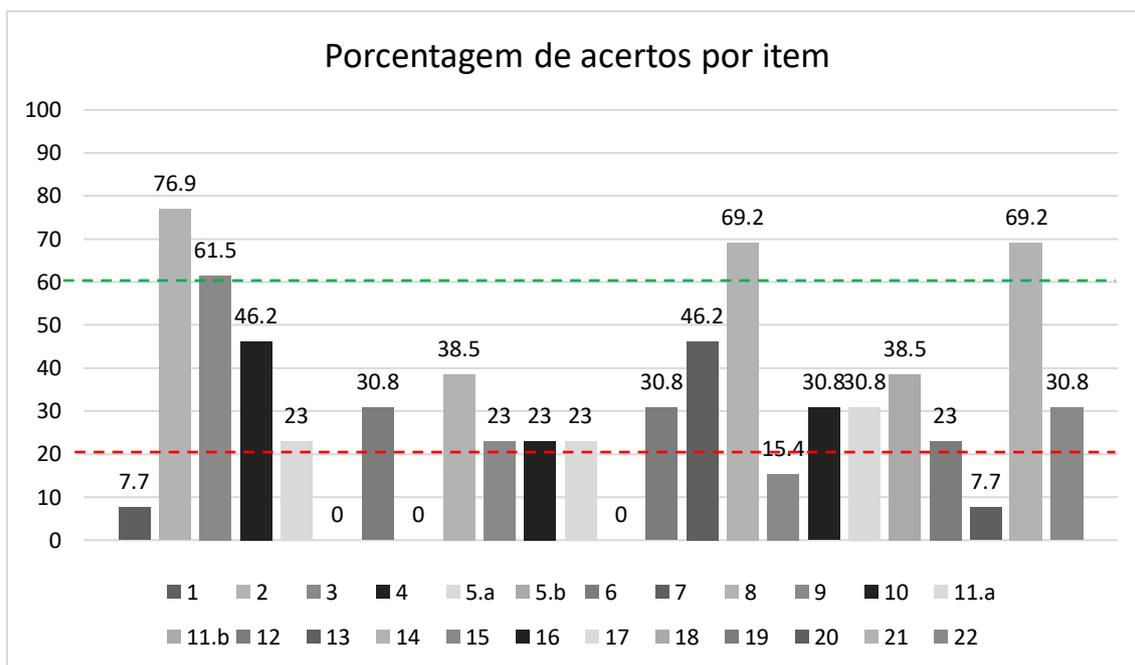
Tabela 3: Itens “difíceis” ou “muito difíceis”

Item	ID
1	0,00
5a	0,08
5b	0,00
6	0,00
7	0,00
8	0,38
9	0,23
10	0,23
11a	0,15
11b	0,00
12	0,31
15	0,15
16	0,31
17	0,31
19	0,23
20	0,08
22	0,31

Fonte: autor

O gráfico a seguir mostra a porcentagem de acertos de cada um dos itens:

Gráfico 2: Porcentagem de acertos no teste piloto por item



Fonte: Autor

Os itens 1, 5b, 7, 11b, 15 e 20 ficaram abaixo da “zona de guessing”, e apenas os itens 2, 3, 14 e 21 ultrapassaram o percentual esperado para cada item.

### 5.1.2 Revisões preliminares sobre as dificuldades e limitações na recolha de dados da sondagem

Foram encontrados alguns problemas ao realizar o teste de sondagem, que foram reavaliados antes da realização da pesquisa com os alunos da Universidade Federal do Amazonas. A primeira questão da seção do teste PCA não tinha alternativa correta, o que foi corrigido. A seção de identificação não possuía um item de nº de matrícula dos estudantes. Esse item foi acrescentado ao teste final, para facilitação da identificação do participante, tanto na frequência da monitoria, como para averiguação de aprovação ou reprovação ao final da disciplina de Cálculo I. Além disso, o item que pedia ao participante assinalar a hora em que havia iniciado o exame apresentou problemas com mais de um aluno, portanto, foi removida. Alguns dispositivos remotos tiveram problemas ao aceitar os termos do Autoproctor quanto ao uso da câmera e microfone, portanto, foi utilizada apenas a ferramenta de monitoramento de tela, em que o resultado apontará se o participante abriu novas guias na internet, ou abriu qualquer aplicativo durante a realização do exame.

Ao abrir mão do monitoramento de câmera e microfone, corre-se o risco dos respondentes pesquisarem por outros meios ou fazerem o uso de calculadora, porém, como a pontuação do teste não influenciará na nota da disciplina, esse risco é baixo. O risco maior será o não comprometimento ao realizar o teste, ainda que haja um item na seção de identificação que mede o empenho do participante.

Também houve problemas em coletar os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido dos Participantes. Com as aulas sendo ministradas de forma híbrida, boa parte dos alunos precisou assinar os TCLE's de forma digital, e nem todos conseguiram fazê-lo, mesmo com instruções em vídeo. Portanto, foi acrescentado uma seção no teste contendo o TCLE, para que os respondentes marcassem a opção de aceite ou não.

### **5.1.3 Teste de Sondagem na UFAM (Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo)**

Entre as primeira e terceira semanas do semestre 2021.1, 101 alunos de Cálculo I da UFAM aceitaram participar da pesquisa, realizando o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo. Primeiramente, houve um primeiro contato com o professor de cada turma de Cálculo da Universidade. Ao todo, oito turmas participaram da pesquisa. Cada professor concedeu alguns minutos de sua aula para que pudesse ser explicado como o teste funcionaria, seus objetivos e definição de data para realização do teste.

A seguir, seguem os Índices de discriminação de cada item, classificados conforme a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018):

*Tabela 4: Índices de discriminação por item*

<b>Item</b>	<b><math>IDS_i</math></b>	<b>Classificação</b>
1	0,378	Aceitável
2	0,658	Satisfatório
3	0,414	Satisfatório
4	0,655	Satisfatório
5a	0,405	Satisfatório
5b	0,363	Aceitável
6	0,401	Satisfatório
7	0,357	Aceitável
8	0,548	Satisfatório

9	0,113	Ineficiente
10	0,508	Satisfatório
11a	0,626	Satisfatório
11b	0,126	Ineficiente
12	0,252	Necessita de revisão
13	0,424	Satisfatório
14	0,681	Satisfatório
15	0,08	Ineficiente
16	0,483	Satisfatório
17	0,256	Necessita de revisão
18	0,401	Satisfatório
19	0,258	Necessita de revisão
20	0,376	Aceitável
21	0,443	Satisfatório
22	0,229	Necessita de revisão

Fonte: autor

Tabela 5: Índices de discriminação em ordem crescente

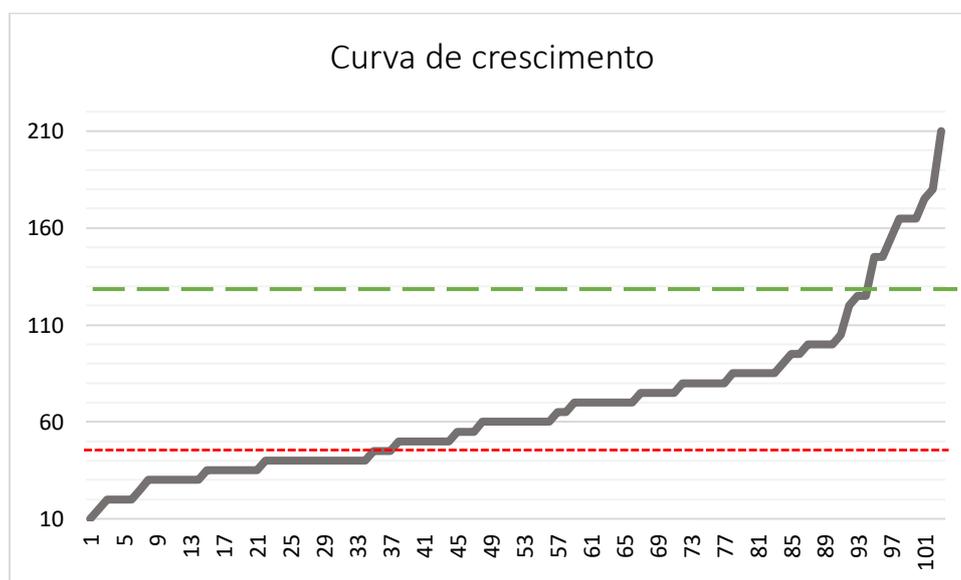
Item	$IDS_i$	Classificação
15	0,08	Ineficiente
9	0,113	Ineficiente
11b	0,126	Ineficiente
22	0,229	Necessita de revisão
12	0,252	Necessita de revisão
17	0,256	Necessita de revisão
19	0,258	Necessita de revisão
7	0,357	Aceitável
5b	0,363	Aceitável
20	0,376	Aceitável
1	0,378	Aceitável
6	0,401	Satisfatório
18	0,401	Satisfatório
5a	0,405	Satisfatório
3	0,414	Satisfatório
13	0,424	Satisfatório
21	0,443	Satisfatório
16	0,483	Satisfatório

10	0,508	Satisfatório
8	0,548	Satisfatório
11a	0,626	Satisfatório
4	0,655	Satisfatório
2	0,658	Satisfatório
14	0,681	Satisfatório

Fonte: autor

Quanto às pontuações, nenhum aluno conseguiu fechar o teste; além disso, a maior parte dos participantes não conseguiu fazer 50% da pontuação total, o que indicaria um potencial indicador de sucesso na disciplina de Cálculo I (CARLSON; OEHRMAN; ENGELKE, 2010). Apenas 12% dos discentes conseguiu uma pontuação maior que 50% do teste.

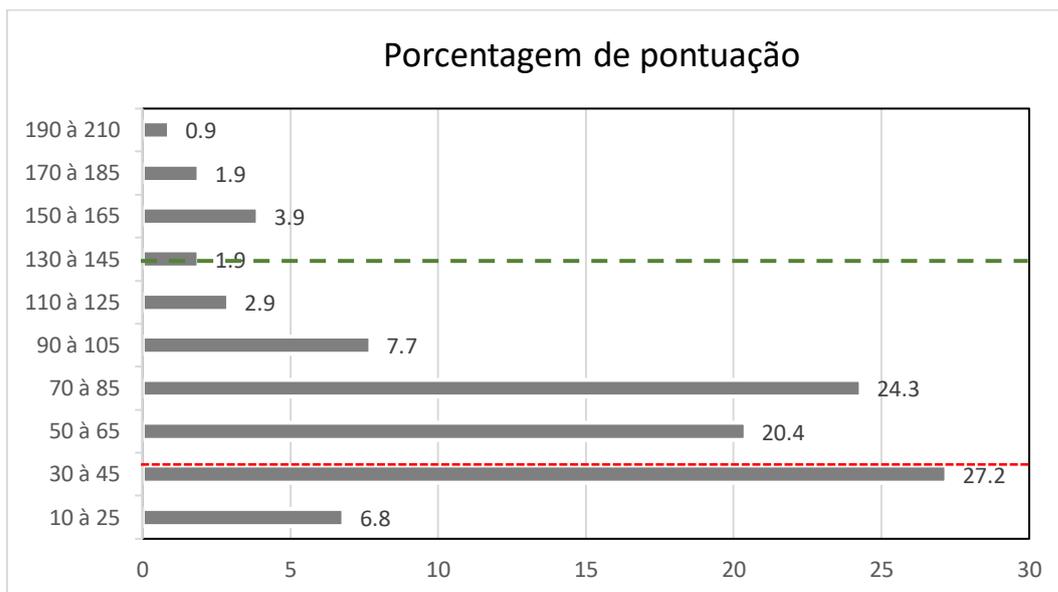
Gráfico 3: Escore (do menor para o maior)



Fonte: autor

37% dos discente ficaram abaixo da “zona de guessing do teste”, enquanto apenas 9% ultrapassaram o escore esperado.

Gráfico 4: Porcentagem de pontuações no Teste ECP



Fonte: Autor

Quadro 16: Pontuações: maior, menor e média

Maior pontuação	210
Menor pontuação	10
Escore médio	65

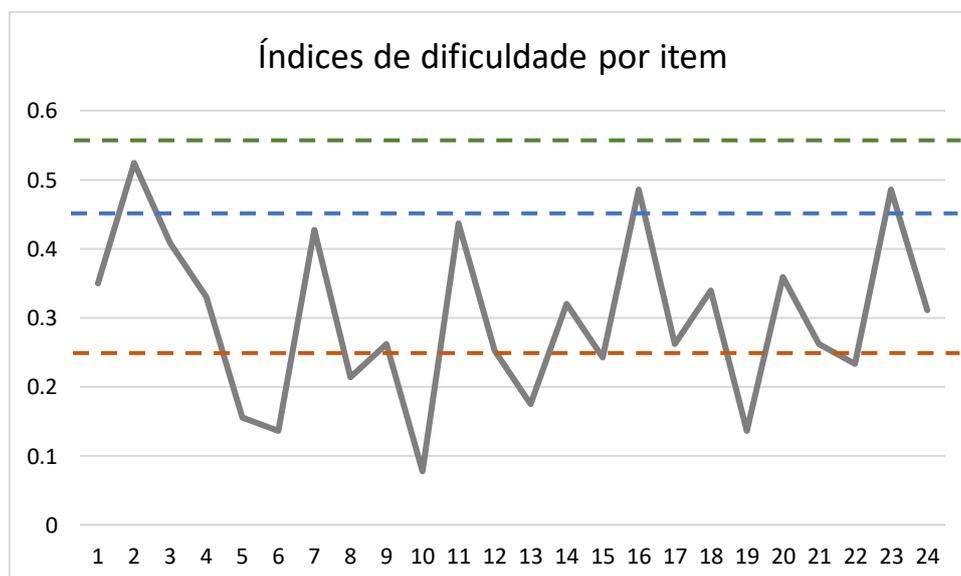
Fonte: Autor

O escore médio foi de 65 pontos, acima da “zona de guessing do teste”, mas apenas metade do escore esperado.

Tabela 6: Nível de confiança

Desvio Padrão	4,36
Variância	19,33
Alfa de Cronbach	0,787

Fonte: autor



Fonte: autor

Nenhum dos itens apresentou percentual na categoria “fácil” ou “muito fácil”. A seguir, os itens de dificuldade de cada item:

*Tabela 7: Índice de Dificuldade por Item*

<b>Item</b>	<b>ID</b>
1	0,35
2	0,52
3	0,41
4	0,33
5a	0,16
5b	0,14
6	0,43
7	0,21
8	0,26
9	0,08
10	0,44
11a	0,25
11b	0,17
12	0,32
13	0,24
14	0,49
15	0,26
16	0,34
17	0,14
18	0,36
19	0,26
20	0,23
21	0,49
22	0,31

Fonte: autor

*Tabela 8: Índices de Dificuldade (ordem crescente)*

<b>Item</b>	<b>ID</b>
9	0,08
5b	0,14
17	0,14
5a	0,16
11b	0,17
7	0,21
20	0,23
13	0,24
11a	0,25
8	0,26
15	0,26
19	0,26
22	0,31
12	0,32
4	0,33
16	0,34
1	0,35
18	0,36

3	0,41
6	0,43
10	0,44
14	0,49
21	0,49
2	0,52

Fonte: autor

Houve semelhanças entre os itens com maior número de erros entre o teste ECP e o teste piloto: os itens **5a, 5b, 7, 9, 11b, 17 e 20** também tiveram um  $ID \leq 0,24$ , além do item 13. Já a média de pontuação teve uma redução de 10% comparada aos números obtidos na sondagem.

Os itens com maior índice de acertos foram os itens 2, 14 e 21, com dois desses resultados corroborando com os apresentados por Drlik (2015).

Conforme a taxonomia do ECP, quanto as habilidades de raciocínio, percebeu-se que as dificuldades estão relacionadas principalmente “ver a função como um processo”. Já as habilidades conceituais e analíticas exigem uma análise mais profunda, já que cada questão exige um ou mais conhecimentos de interpretação de função, representação (gráfica, fórmula, etc), comportamento, entre outros. Para realizar uma análise das principais dificuldades dos discentes, foram filtrados os itens com índice de discriminação aceitável ( $IDS > 0,4$ ). Desses itens, foram analisados os com classificação entre “difícil” e “muito difícil” ( $ID < 0,25$ ).

Quadro 17: Itens "difíceis" ou "muito difíceis" com IDS satisfatório

4	5a	6
8	10	11a
13	16	18

Fonte: autor

#### 5.1.4 Principais dificuldades conceituais apresentadas

A seguir, seguem as principais dificuldades apresentadas pelos discentes conforme os resultados obtidos nos itens de menor Índice de Dificuldade e maior Índice de Discriminação:

*Item difícil 1: Item 4*

4) Escolha uma fórmula que defina a área de um quadrado, A, em termos de seu perímetro, P.

a)  $A = \frac{P^2}{4}$

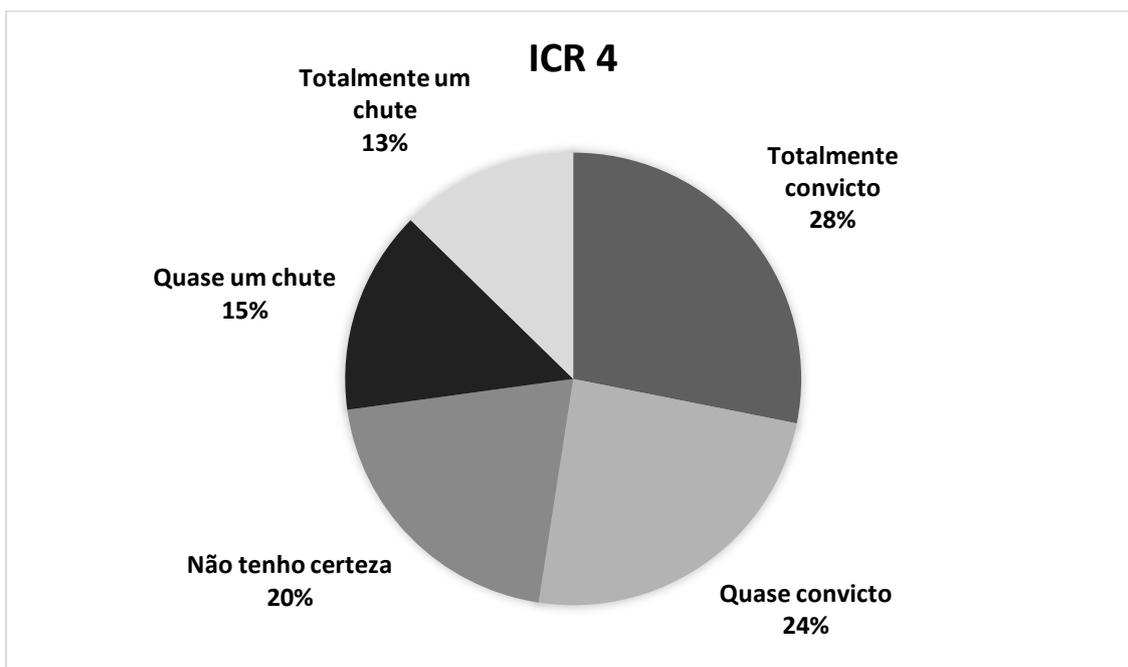
b)  $P = \sqrt{16A}$

c)  $A = \frac{1}{4}P^2$

d)  $A = \left(\frac{P}{4}\right)^2$  ✓

e) N.D.A

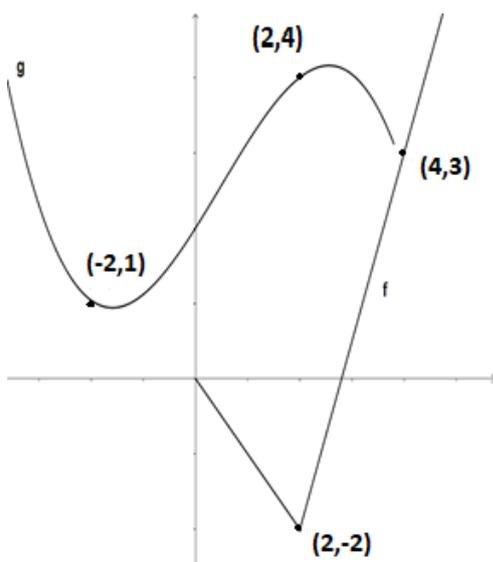
Fonte: Drlik (2015) adaptado



Fonte: autor

No item 4, a alternativa **a** foi a mais escolhida pelos discentes, com 34% dos participantes assinalando esta opção. Um possível motivo para este equívoco é o esquecimento do respondente em elevar tanto o numerador quanto o denominador “ao quadrado”, fazendo isto apenas com o numerador. 52% dos respondentes afirmaram estarem convictos ou “quase convictos” quanto a sua escolha.

Item difícil 2: Itens 5a e 5b



5a) Use os gráficos de  $f$  e  $g$  acima para encontrar  $g(f(2))$ .

- a) 1 ✓
- b) 3
- c) 4
- d) -2
- e) N.D.A

5b) Calcule  $f(2) - g(0)$ .

- a) -4 ✓
- b) 0
- c) 4
- d) 2
- e) N.D.A

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 5: ICR do item 5a

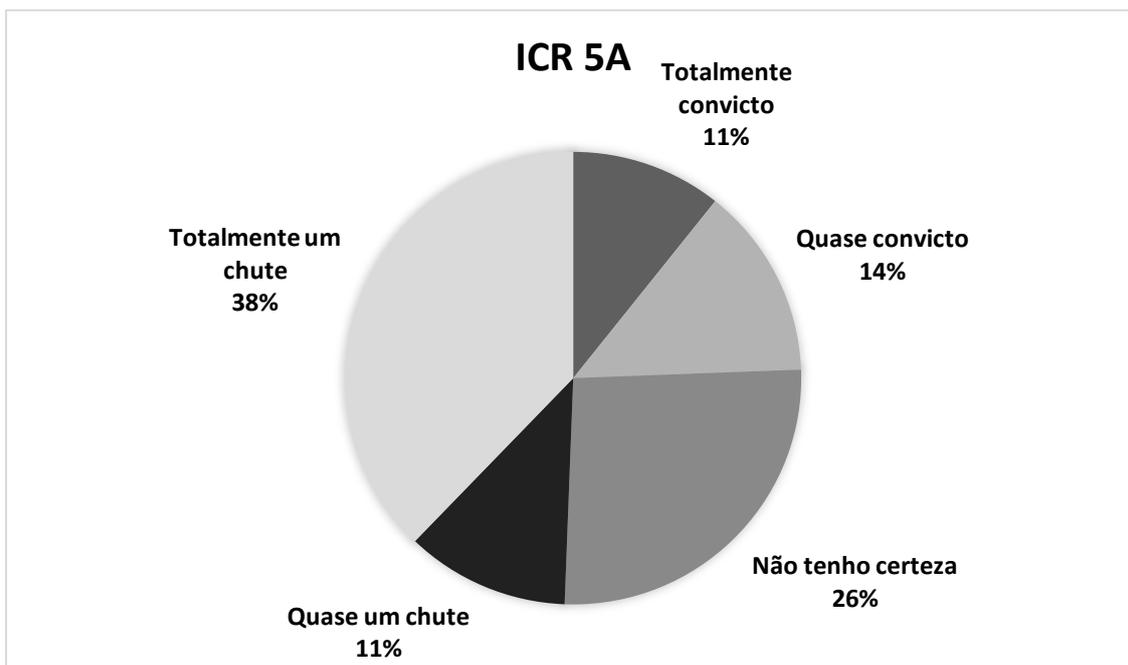
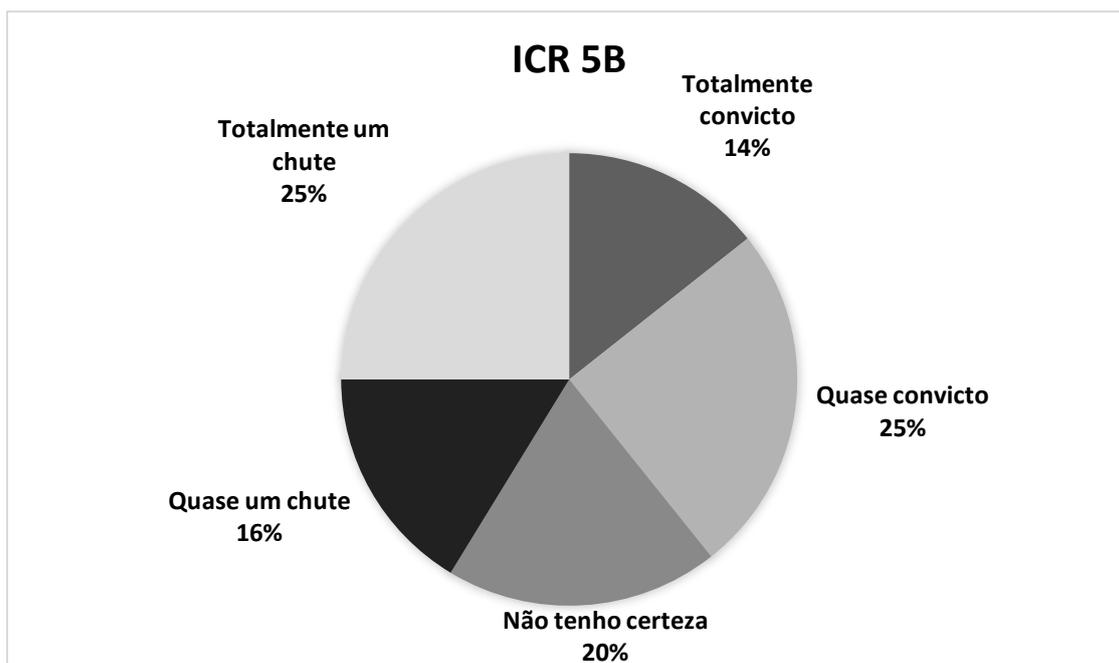


Gráfico 6: ICR do item 5b



Fonte: autor.

No item **5a**, 37,8% dos participantes assinalaram a opção **c**. Isso pode ter acontecido por conta dos participantes não terem feito a composição das funções, fazendo apenas  $g(2)$ . 24,4% assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta.

Além disso, no item **5b**, 42,7% escolheram a alternativa **d**. Um possível motivo é a subtração dos valores do domínio ao invés dos valores da imagem. 39,3% assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta. Este possui

índice de discriminação “aceitável”, segundo a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018).

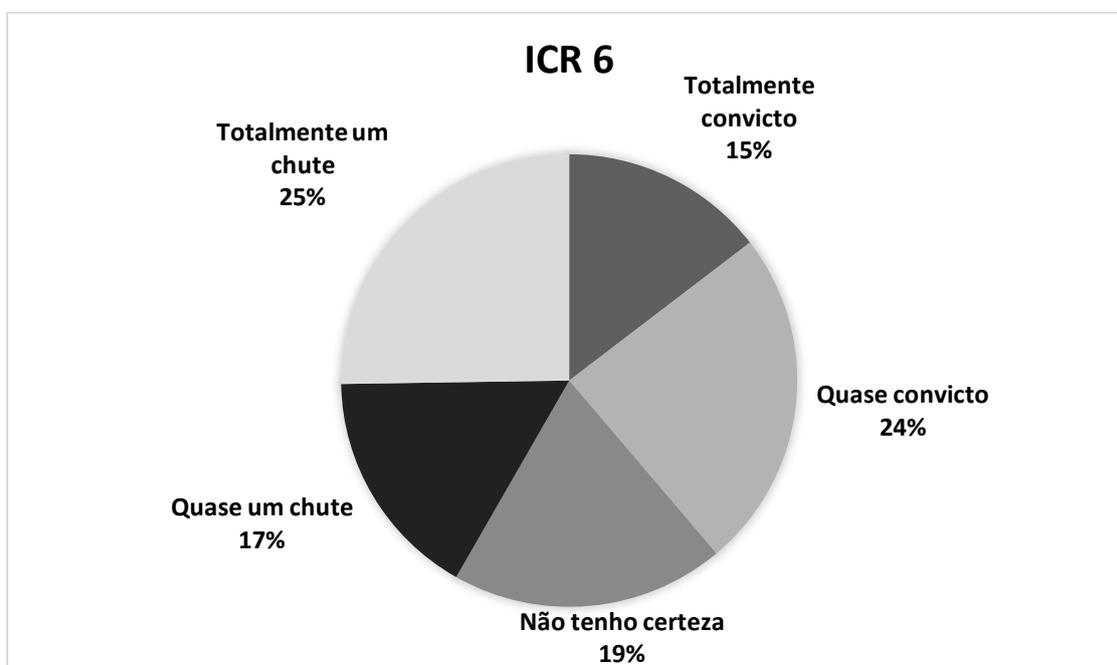
*Item difícil 3: Item 6*

6) O modelo para o número de bactérias em uma cultura foi atualizado de  $P(t) = 7(2)^t$  para  $P(t) = 7(3)^t$ , onde  $t$  é medido em dias. Que implicações você pode tirar desse novo modelo? (Escolha uma resposta abaixo)

- a) O número final de bactérias é três vezes maior do que o valor inicial.
- b) O número inicial de bactérias é 3.
- c) O número de bactérias triplica a cada dia. ✓
- d) A taxa de crescimento das bactérias na cultura é de 30% ao dia.
- e) N.D.A

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 7: ICR do item 6

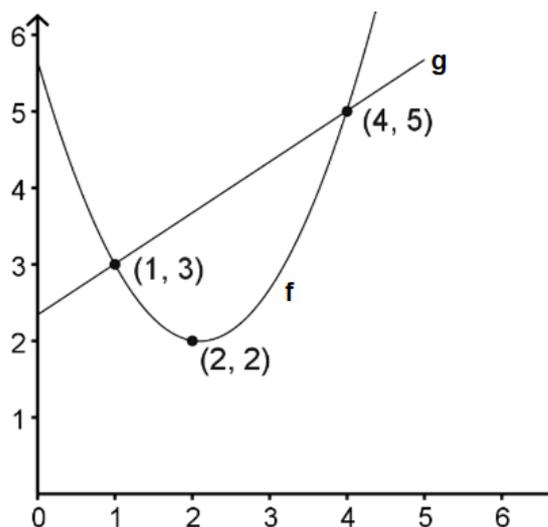


Fonte: autor

No item 6, 43% dos respondentes assinalaram a alternativa correta. Embora o índice de discriminação do item seja satisfatório, o ICR aponta que apenas 39% tiveram certeza ou quase certeza de sua resposta estar correta. A alternativa **d** foi a segunda mais de maior seleção, com 24% de assinalações. Isto pode indicar um desconhecimento dos respondentes sobre funções exponenciais e/ou comparação entre duas funções.

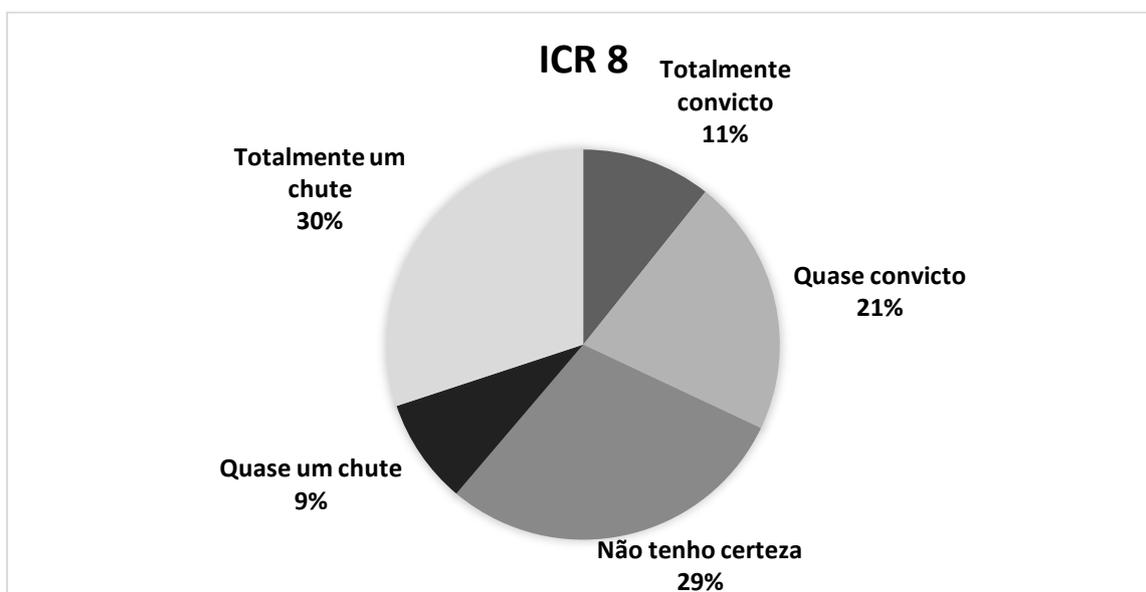
*Item difícil 4: Item 8*

8) Use os gráficos de  $f$  e  $g$  abaixo para encontrar os valores de  $x$  para os quais  $g(x) > f(x)$ .



- a)  $[1,4]$  ou  $1 \leq x \leq 4$
- b)  $(3,5)$  ou  $3 < x < 5$
- c)  $[3,5]$  ou  $3 \leq x \leq 5$
- d)  $(1,4)$  ou  $1 < x < 4$  ✓
- e) N.D.A

Fonte: Drlik (2015) adaptado



Fonte: Autor

Embora com apenas 26% de acertos, a alternativa **d** foi a mais escolhida pelos participantes. A segunda opção mais escolhida foi a alternativa **b**. Os alunos que escolheram esta opção podem ter confundido as funções (trocaram g por f) ou a simbologia, e não souberam indicar, olhando o gráfico, onde “g” era maior que “f”. 32% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta.

Item difícil 5: Item 10

10) A distância  $s$  (metros) percorrida por um carro se movendo em linha reta é dada pela função,  $s(t) = t^2 + t$ , onde  $t$  é medido em segundos. Encontre a velocidade média, em

metros, para o período de tempo de  $t = 1$  a  $t = 4$ .

- a)  $v_m = \frac{22}{3} m/s$
- b)  $v_m = 20 m/s$

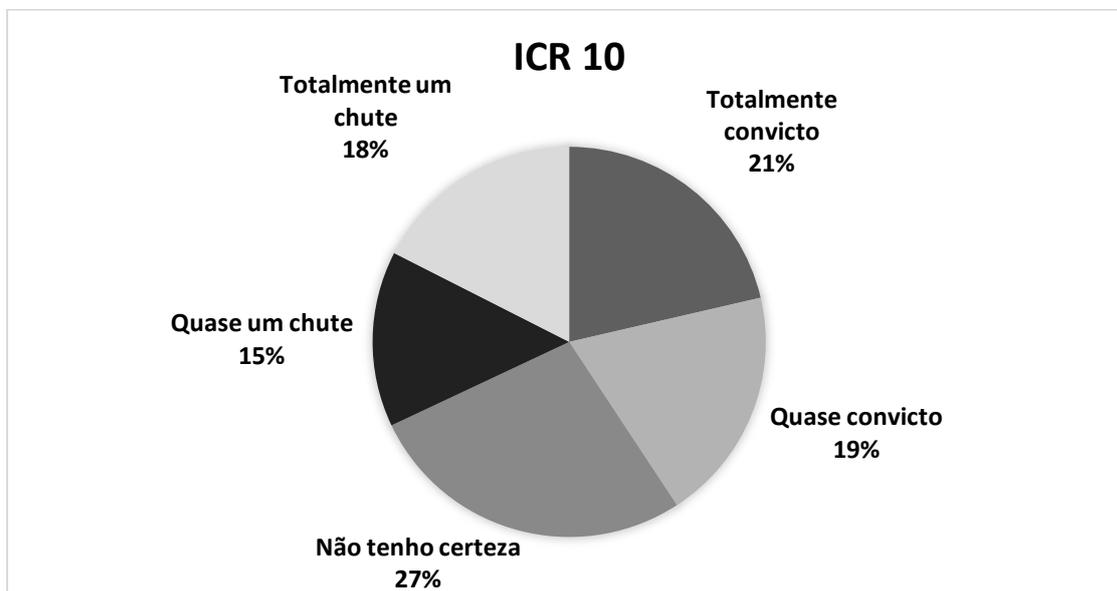
c)  $v_m = 6m/s$  ✓

e)  $v_m = \frac{11}{2}m/s$

d)  $v_m = 2m/s$

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 8: ICR do item 10



Fonte: autor

No item 10, 44% dos respondentes assinalaram a alternativa correta. Esse valor se aproxima da porcentagem de respondentes convictos ou quase convictos de suas escolhas. A segunda opção mais escolhida foi a alternativa **b**, com 22%. Este equívoco pode estar relacionado ao não entendimento de como funciona a velocidade (espaço/tempo), ou erro algébrico na substituição dos valores; entretanto, esta porcentagem corrobora com o ICR do item em relação aos “chutes”

Item difícil 6: Itens 11a e 11b

Esta tabela se refere às questões 11.a e 11.b

$x$	$f(x)$	$g(x)$
-2	0	5
-1	6	3
0	4	2
1	-1	1
2	3	-1
3	-2	0

11a) Dada a tabela acima, determine  $f(g(3))$ 

a) 4 ✓

b) 5

c) 0

d) -2

e) N.D.A

11b) Determine  $g^{-1}(-1)$ 

a) 1

b) 2 ✓

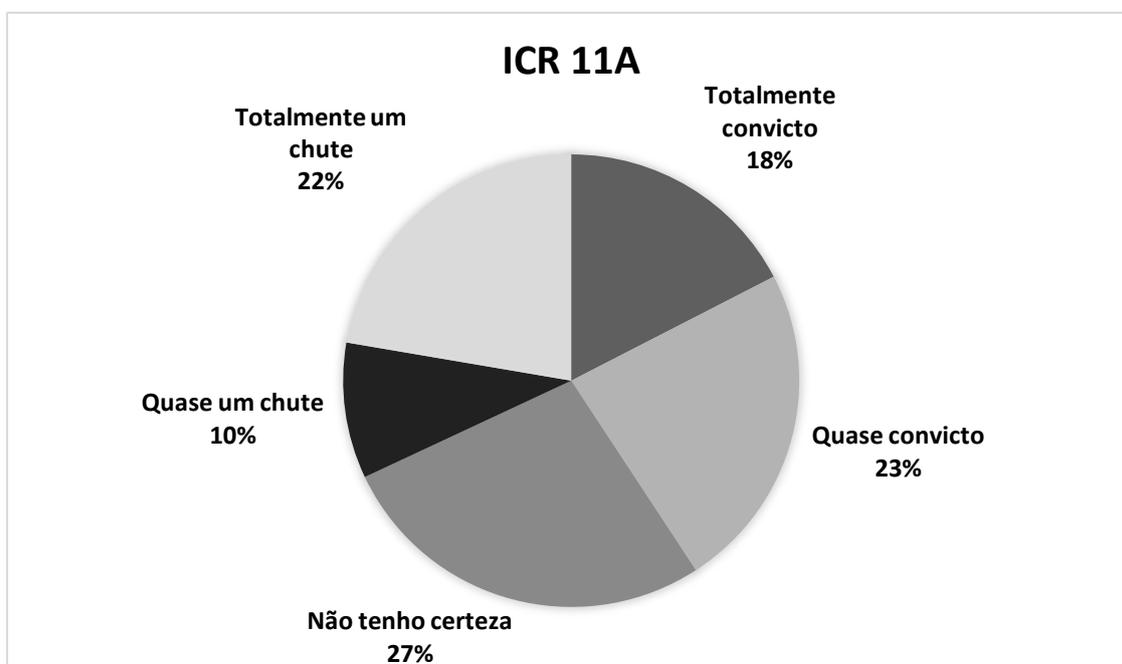
c) 3

d) 1/3

e) N.D.A

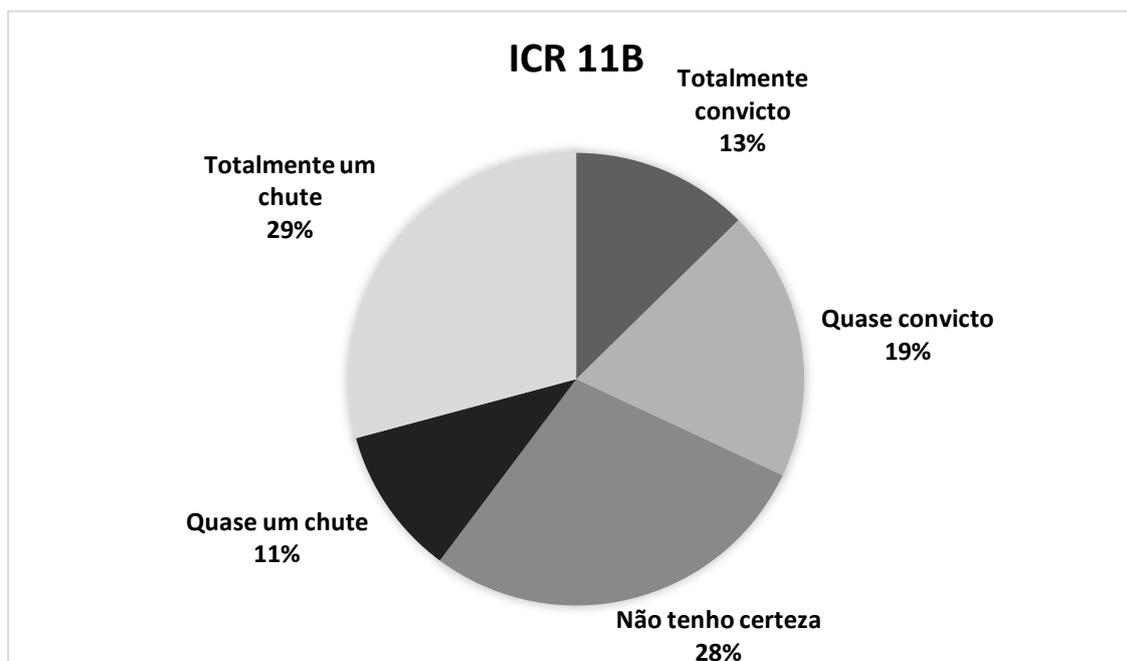
Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 9: ICR do item 11a



Fonte: Autor

Gráfico 10: ICR do item 11b



Fonte: Autor

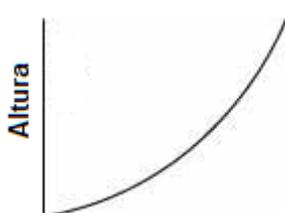
Mesmo com um baixo percentual de acertos, a alternativa **a** foi a mais escolhida no item **11a**, com 25,2%, seguida da alternativa **c**, com 24,2%.

Aparentemente, os alunos não conseguiram analisar a tabela de forma correta para fazer a composição das funções. 42,8% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta.

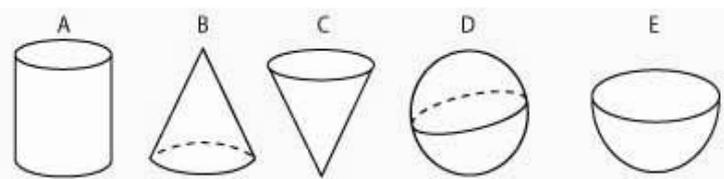
Já o item **11b** teve um índice de discriminação ineficiente. Houve um empate entre as alternativas **a** e **d**, ambas com 21,2% das escolhas (ambas erradas). Um dos motivos de boa parte dos participantes terem escolhido pela alternativa **a** pode ter sido a confusão de simbologia, interpretando  $g^{-1}$  (inversa de  $g$  como uma espécie de produto, assim fazendo operação  $(-1) \cdot (-1) = 1$ . Já o motivo de outra boa parte dos participantes terem optado pela alternativa **d** deve-se à confusão com a simbologia de “função inversa” e “resultado inverso”, ou seja, calcularam  $g(-1) = 3$  e em seguida  $3^{-1} = 1/3$ . 32% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta. Para corrigir este item, foi acrescentado um pequeno texto sobre a simbologia da função inversa<sup>18</sup>.

Item difícil 7: Item 13

13)



O gráfico acima representa a altura da água em função do volume conforme a água é despejada em um recipiente. Qual contêiner é representado por este gráfico?

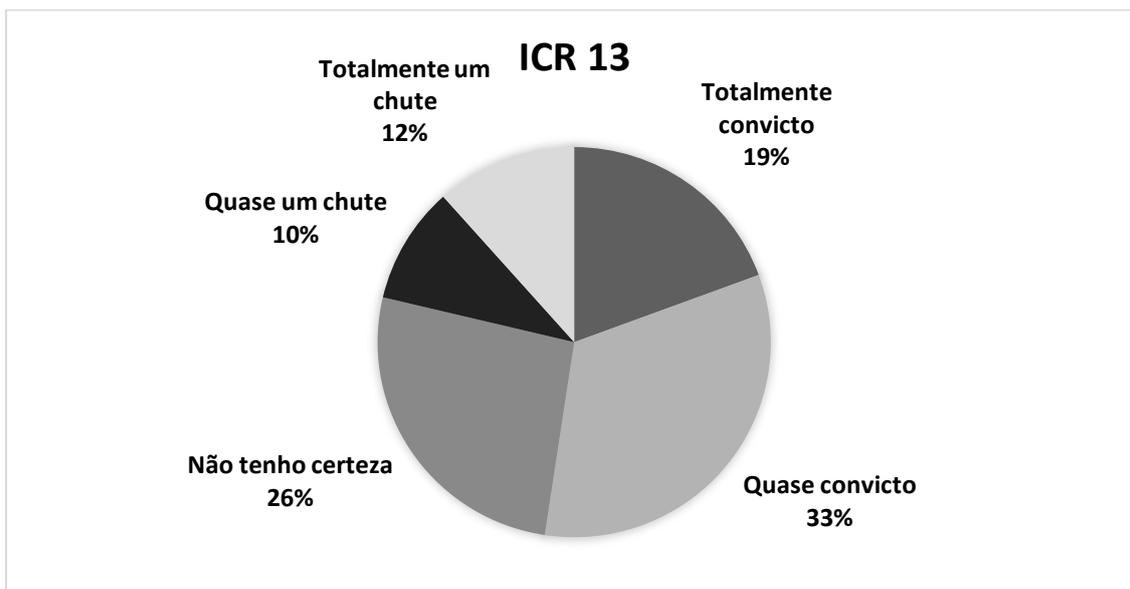


- a) A
- b) B ✓
- c) C
- d) D
- e) E

Fonte: Drlik (2015) adaptado

<sup>18</sup> Itens corrigidos encontram-se no Apêndice 9 deste trabalho.

Gráfico 11: ICR do item 13



Fonte: Autor

31% dos participantes escolheram a alternativa **c**. Um possível motivo para esse erro é a confusão com o formato do gráfico e da figura. Os alunos acabam não percebendo que, na figura **C**, pelo raio crescer conforme a altura aumenta, a altura da água cresce a uma taxa decrescente, ao contrário da figura **B**. 52,4% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta.

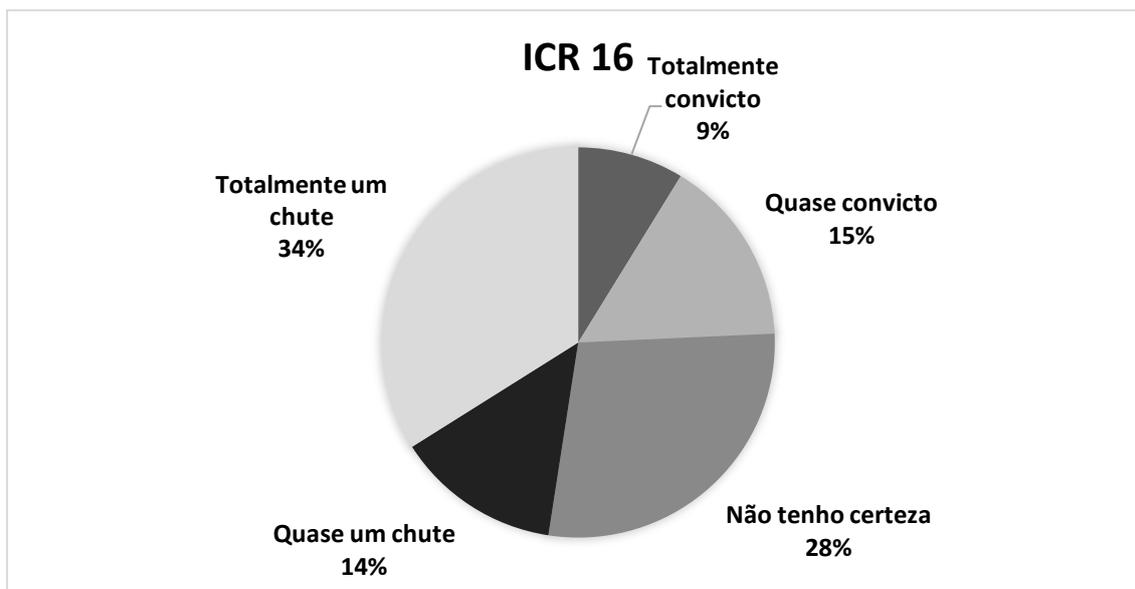
*Item difícil 8: Item 16*

16) A comissão de jogo da vida selvagem despejou 5 latas de peixes (cada uma pode conter aproximadamente 100 peixes) no lago de um fazendeiro. A função  $N$  definida por  $n(t) = \frac{600t+5}{0,5t+1}$  representa o número aproximado de peixes no lago como uma função do tempo (em anos). Qual das opções a seguir melhor descreve como o número de peixes no lago muda com o tempo?

- a) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 500.
- b) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 1.200. ✓
- c) O número de peixes fica menor a cada ano, mas não fica menor que 500.
- d) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 600.
- e) O número de peixes fica menor a cada ano, mas não fica menor que 1200.

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 12: ICR do item 16



Fonte: autor

No item 16, 31% dos respondentes escolheram a alternativa **c**, opção mais escolhida pelos discentes, porcentagem maior que a de respondentes convictos ou quase convictos (24%). Como o índice de dificuldade do item foi de 24%, a tendência é que a maior parte dos discentes tenha escolhido a opção **c** apenas por “adivinhação”.

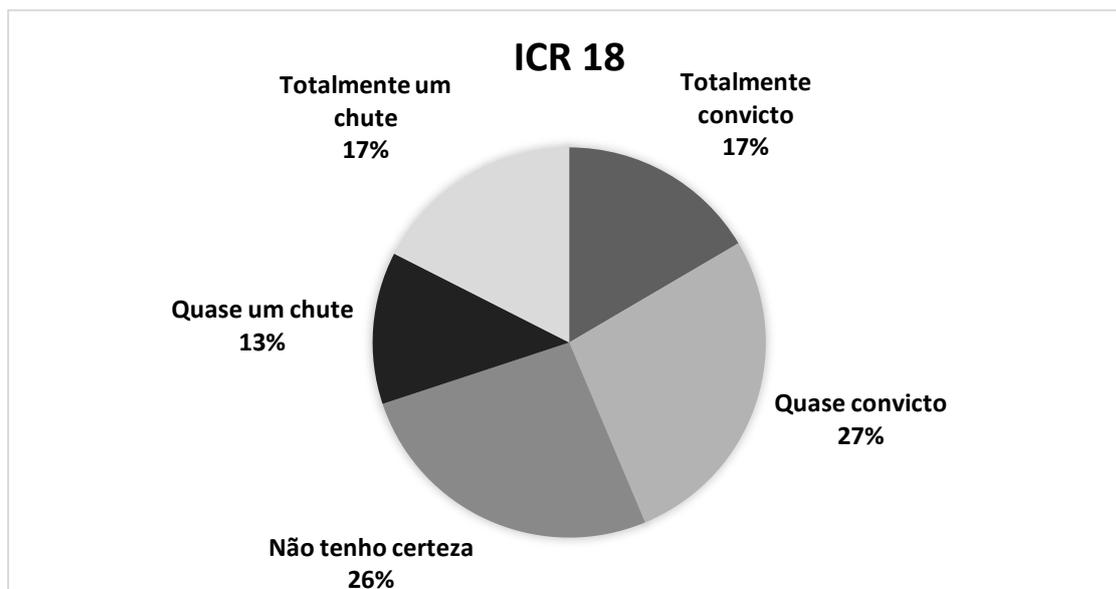
*Item difícil 9: Item 18*

18) Se  $S(m)$  representa o salário (por mês) de um funcionário após  $m$  meses de trabalho, descreva o que representaria a função  $R(m) = S(m + 12)$ .

- Salário após  $m + 12$  meses de trabalho ✓
- 12 reais a mais que o salário  $S(m)$ .
- 12x o salário  $S(m)$ .
- Salário  $S(m)$  de um ano de trabalho.
- N.D.A

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 13: ICR do item 18

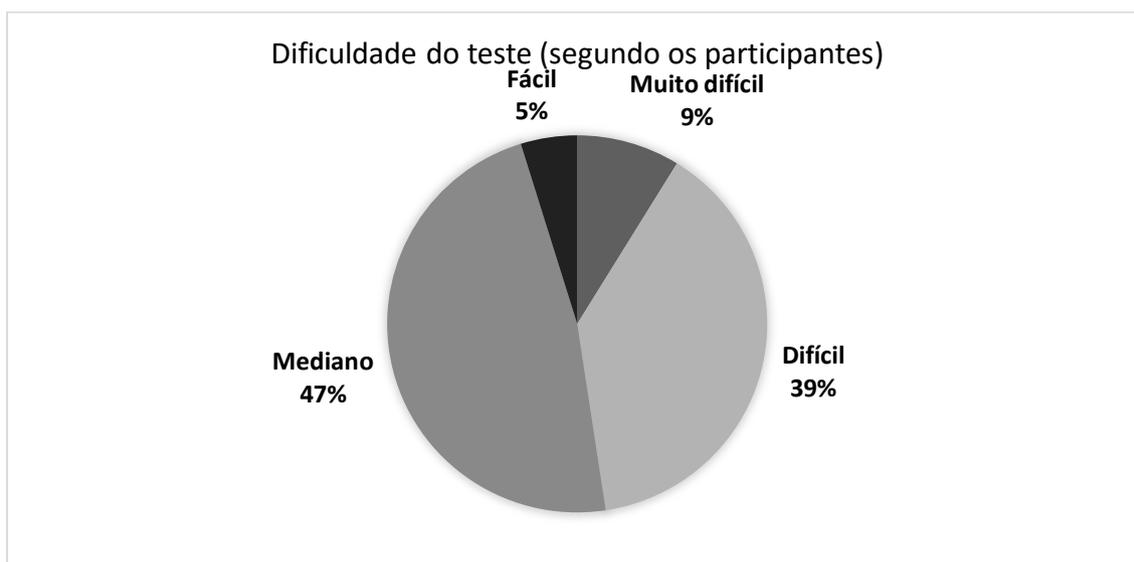


Fonte: autor

No item 18, 36% dos respondentes assinalaram a opção correta, alternativa **a**, sendo esta a opção mais escolhida pelos discentes. Entretanto, 28% dos participantes assinalou a alternativa **b**. Este erro deve-se à má interpretação do domínio e imagem propostos na função. 44% dos respondentes afirmaram estar convictos ou quase convictos de suas respostas.

Quanto à opinião dos alunos sobre a dificuldade do teste, os resultados foram:

Gráfico 14: Opinião de dificuldade



Fonte: Autor

Nota-se que a maior parte dos discentes (47,6%) considerou o teste “mediano”, enquanto que 38,8% o consideraram “difícil”. Em ordem decrescente,

8,8% acharam o teste “muito difícil”; já 4,8% consideraram o teste “fácil”. Nenhum dos participantes respondeu que considerava o teste “muito fácil”.

A seguir, segue um quadro resumo sobre as principais dificuldades dos alunos e os respectivos itens, baseado nos resultados e a taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo:

Quadro 18: Relação dificuldades x itens

Dificuldades apresentadas pelos alunos	Itens
Visualizar a fórmula, o gráfico e a tabela de uma função, definindo relações que aceitam entrada e produzem saída.	5a, 6, 8 e 11a
Coordenar duas quantidades variáveis que mudam paralelamente	4, 13, 16 e 18
Avaliar e interpretar as informações da função de acordo com a fórmula, o gráfico e a tabela da função.	5a, 8, 11a, 13, 16 e 18
Identificar, definir e relacionar quantidades variáveis como relações de função	4 e 13
Compreender e usar a aritmética de funções	8
Compreender e usar a composição da função	5a e 11a
Entender e usar a função inversa	11b
Resolver equações que envolvem relacionamentos funcionais e interpretar seu significado	5a, 5b e 11a
Entender e usar translações de função	18
Resolver equações que envolvem relacionamentos funcionais e interpretar seu significado	5a e 11a
Resolver as desigualdades que envolvem relações funcionais e interpretar seu significado	8
Interpretar e representar comportamentos de funções do tipo polinomial	10
Interpretar e representar comportamentos de funções do tipo racional	16
Interpretar e representar comportamentos de funções do tipo exponencial	6
Interpretar e representar como as variáveis de entrada e saída mudam em conjunto	13 e 16
Determinar e entender a taxa de variação média	10
Interpretar e representar as informações de taxa de mudança em intervalos do domínio	13

Fonte: autor

Os resultados do quadro acima corroboram com os relatos de monitores e docentes quanto às dificuldades conceituais apresentadas pelos monitores, que foram: Funções, Limites e Trigonometria, além da “matemática básica” e “dificuldade de interpretação”. Todos esses resultados encontram-se na categoria *Desafios da monitoria* do tópico *Questionários*.

### 5.1.5 Alternativas para superar as dificuldades: Resolução de Problemas

Mesmo que os monitores possuam conhecimento das principais dificuldades dos alunos de Cálculo I, é preciso guiá-los para que, junto aos discentes, possam superar estas dificuldades, alcançando a Zona de

Desenvolvimento Proximal proposta por Vygotski (1991). Por serem alunos em formação, não se espera que os monitores possuam conhecimentos didáticos de um professor para lidar com estas questões; contudo, haja vista que a principal atividade realizada pelos monitores durante a monitoria foi a “resolução de exercícios”<sup>19</sup>, uma tendência matemática que poderia auxiliá-los é a “Resolução de Problemas”.

Esta tendência tem como ponto focal não entregar métodos prontos para chegar à solução de um problema. Assim, o aluno como sujeito ativo na educação precisa, a partir dos seus conhecimentos, encontrar maneiras de resolver situações de forma matemática, através de discussões e elaboração de estratégias (SMOLE; DINIZ, 2009).

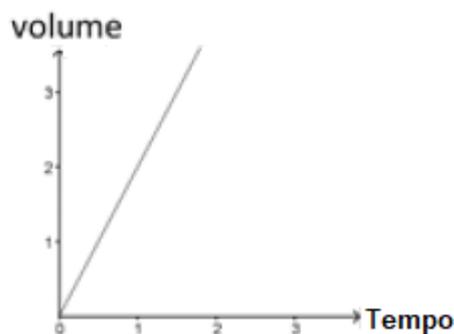
Para isto, é necessário que o monitor instigue o discente a compreender o problema, evidenciar as principais informações e só assim elaborar uma estratégia para solucionar o problema. Em seguida, executar esta estratégia de forma a chegar numa possível solução final (POLYA, 1978). Esta solução não precisa ser inicialmente a correta, já que o objetivo é fazer o aluno encontrá-la, mesmo que por tentativa e erro.

### 5.1.6 Correções

Conforme mostrado na *tabela 5*, os itens 9, 11b, 12, 15, 17, 19 e 22 apresentaram IDS classificados entre “ineficiente” à “necessita de revisão”, segundo Piton-Gonçalves e Almeida (2018). A seguir seguem as análises de cada item e as devidas correções de cada um para uma nova aplicação em estudos futuros (exceto o item 11b, já apresentado no índice anterior):

*Item corrigido 1: Item 9*

9) Uma mangueira é usada para encher uma piscina rasa vazia. O gráfico abaixo mostra o volume (em galões) na piscina em função do tempo (em minutos). Defina uma fórmula para calcular o tempo,  $t$ , em função do volume,  $v$ .



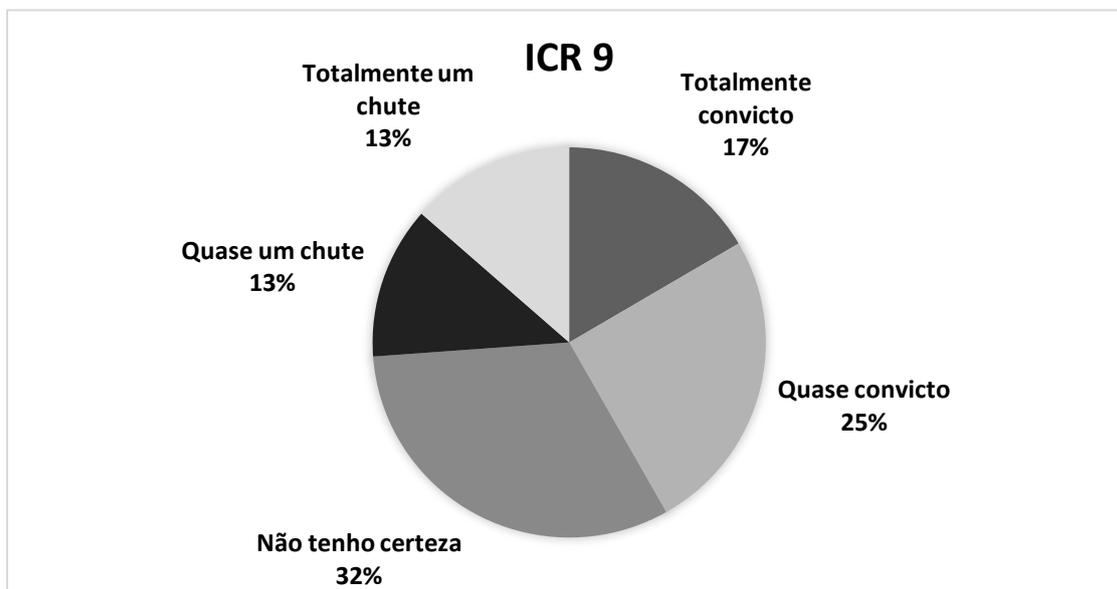
a)  $v(t) = at$

<sup>19</sup> Presente no subtítulo “Percepções sobre a monitoria”, no tópico “Questionários”

- b)  $v(t) = at + b$   
 c)  $t(v) = av, a \geq 1$   
 d)  $t(v) = av, a < 1$   
 e) N.D.A ✓

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 15: ICR da questão 9



Fonte: Autor

A alternativa mais escolhida pelos participantes foi a alternativa **b**, com 37,8% das escolhas, seguida da alternativa **a**, com 34,9%. Cabem diversas observações quanto a esse erro. A primeira é o fato dos participantes não atentarem (ou não entenderem) para o que a questão realmente pede:  $t$  em função de  $v$ , ou seja, o inverso do que foi mostrado no gráfico. Além disso, em ambas as formas ( $t$  em função de  $v$  ou  $v$  em função de  $t$ ), o gráfico claramente mostra que não há uma constante na função, logo, num jogo de eliminação, a alternativa **b** seria a primeira a ser descartada. Portanto, os participantes podem ter apenas reproduzido a fórmula geral da função afim. Cabe destacar que Drlik (2015) afirma que  $t(v) = av, a < 1$ , entretanto, esquece de acrescentar que  $a$  precisa ser diferente de 0 ( $a \neq 0$ ). 41,7% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta.

O índice de discriminação deste item é ineficiente segundo a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018). Uma forma de melhorar este índice é corrigir a alternativa “d”:  $t(v) = av, a < 1, a \neq 0$ , além de acrescentar um gráfico da função em função de  $v$ , pois o objetivo do teste é

avaliar o conhecimento dos alunos de função e crescimento covariacional, não de interpretação textual.

Item corrigido 2: Item 12

12) Dado que  $f$  é definido por  $f(t) = 100t$ ,  
defina a fórmula de  $f^{-1}$

c)  $f^{-1}(t) = \frac{1}{100t}$

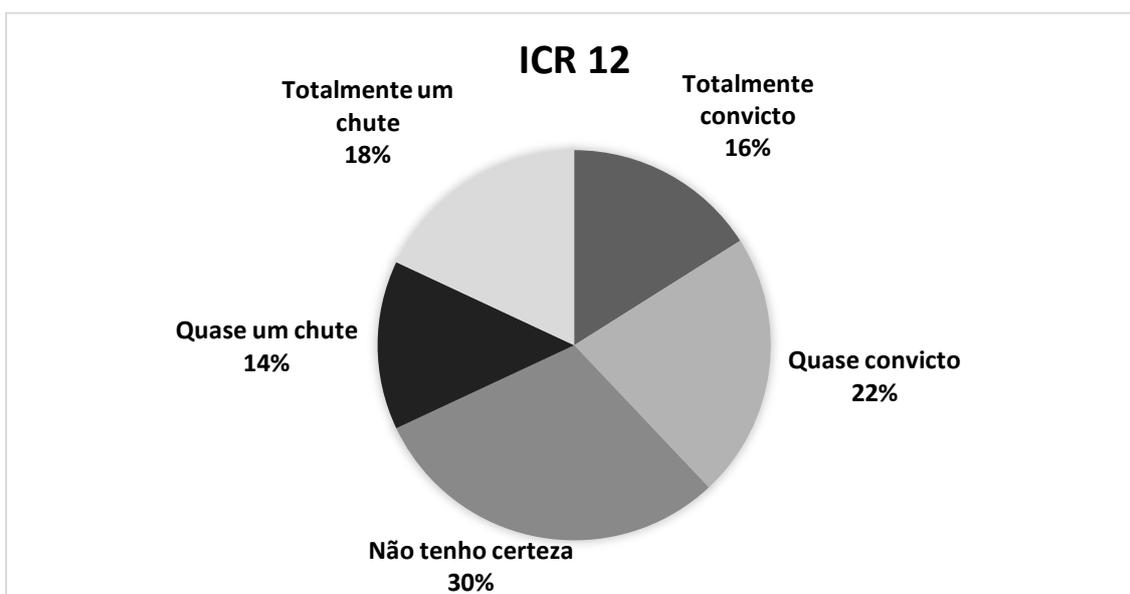
a)  $t = 100f(t)$

d)  $f^{-1}(t) = \frac{1}{100}t$  ✓

b)  $f^{-1}(t) = -100t$

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 16: ICR do item 12



Fonte: autor

O item 12 teve um índice de dificuldade de 32%, portanto não se está classificado como “muito difícil”. Entretanto, seu índice de discriminação indica que “necessita de revisão” segundo a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018). Mais uma vez, isto aconteceu com um item que envolve o conhecimento de “função inversa”. A alternativa mais escolhida foi a alternativa **c**. Um motivo para isso pode ser a o desconhecimento de função inversa, onde os respondentes apenas inverteram  $100t$ , encontrando  $\frac{1}{100t}$ . A segunda alternativa mais escolhida foi a correta, **d**. Assim como no item 11.b, acrescentar um texto sobre a simbologia da função inversa pode melhorar o índice de discriminação deste item numa nova aplicação do teste.

Item corrigido 3: Item 15

15) Uma bola é lançada em um lago, criando uma ondulação circular a uma velocidade de  $5\text{cm/s}$ . Expresse a área  $A$  do círculo em função do tempo ( $t$ ).

a)  $25\pi t$

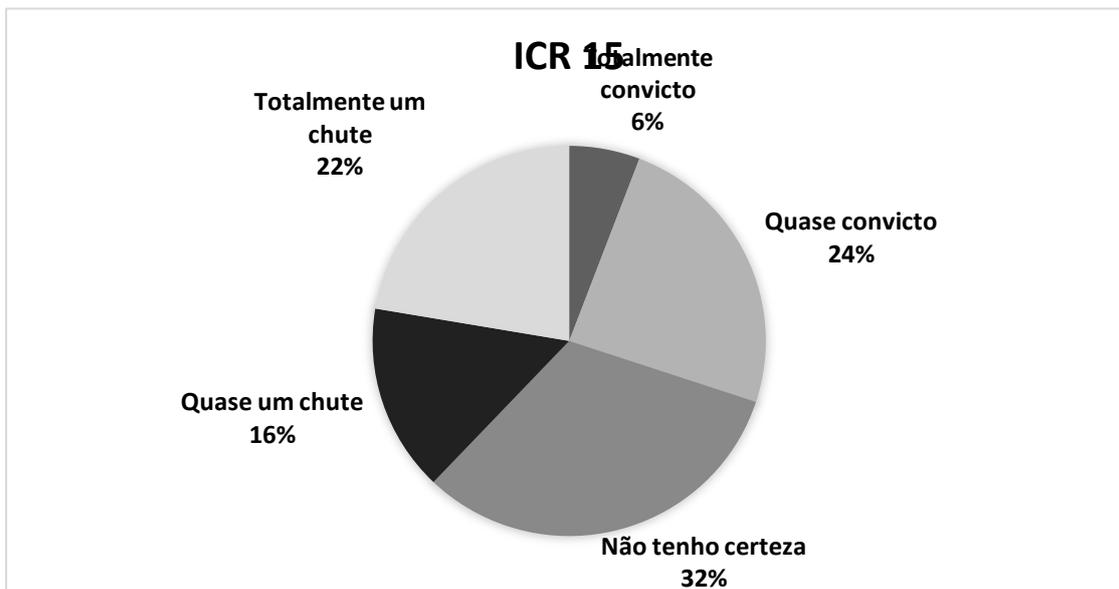
b)  $\pi t^2$

c)  $25\pi t^2$  ✓

d)  $5\pi t^2$ e)  $10\pi t$ 

Fonte: Driik (2015) adaptado

Gráfico 17: ICR do item 15



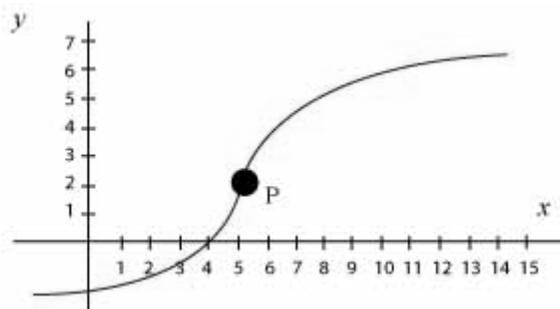
Fonte: Autor

35,9% dos participantes escolheram a alternativa **d**. Possíveis motivos para esse erro são: falha na memória sobre a fórmula da área do círculo ( $\pi r^2$ ), ou a ideia que “basta substituir  $r$  por  $t$ , apenas acrescentando o 5 à resposta, ou apenas escolhendo a resposta que contém o número “5”. 30% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta. O índice de discriminação deste item é ineficiente segundo a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018), com Ids de apenas 0,08.

Curiosamente, este item é um dos destaques no artigo de Carlson, Oehrtman e Engelke (2010), em que os autores tiveram o mesmo resultado quanto à alternativa mais escolhida, entretanto, não avaliaram a discriminação do item na obra. Uma forma de corrigir este item foi acrescentar uma figura da forma circular que a bolinha cria na água.

Item corrigido 4: Item 17

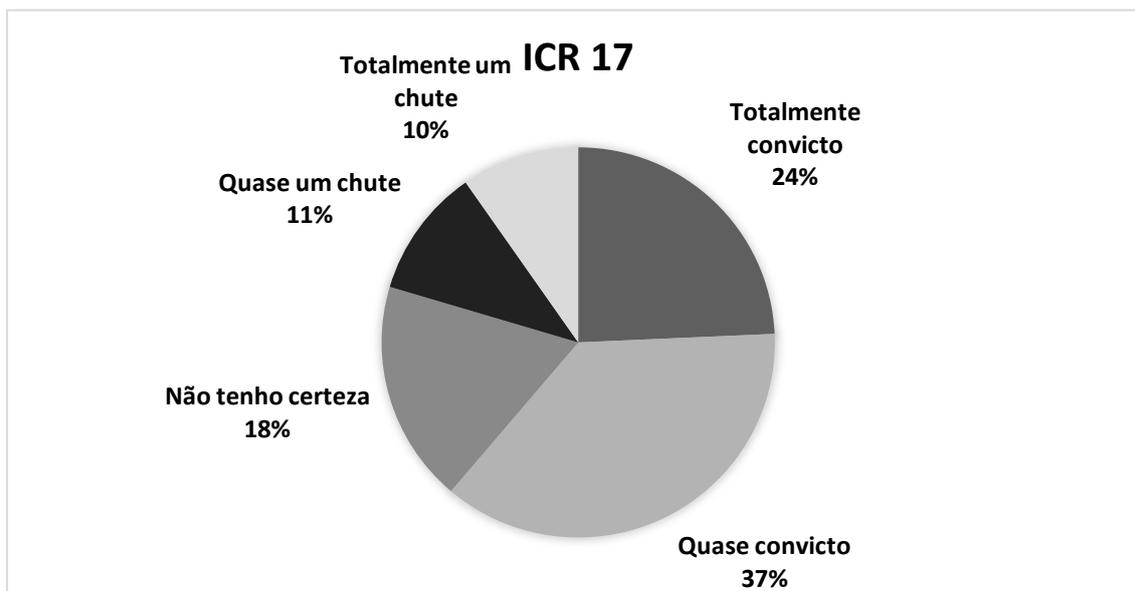
17) Usando o gráfico abaixo, explique o comportamento da função  $f$  no intervalo de  $x = 5$  a  $x = 12$ .



- a) Aumentando em uma taxa crescente.                      d) Diminuindo em uma taxa decrescente.  
 b) Aumentando em uma taxa decrescente. ✓                      e) Diminuindo em uma taxa crescente.  
 c) Aumentando a uma taxa constante.

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 18: ICR do item 17



Fonte: autor

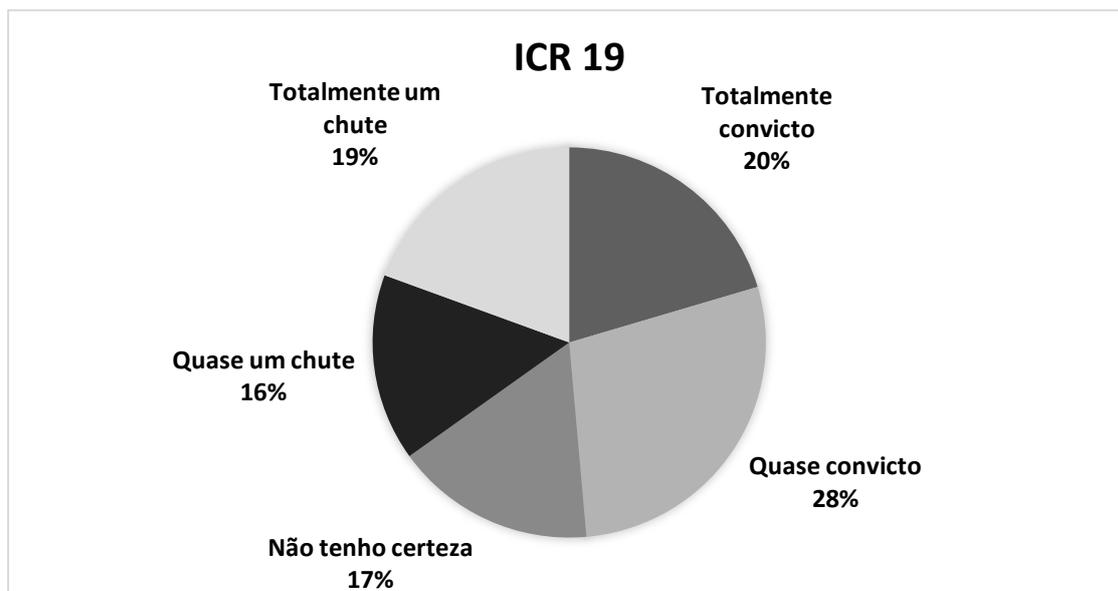
50,8% dos alunos escolheram a alternativa **a**. Aparentemente, os alunos não possuem domínio do conceito de “taxa de crescimento e decrescimento”. O índice de discriminação deste item é ineficiente segundo a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018). A solução escolhida para melhorar este índice numa aplicação futura foi explicar, resumidamente, como interpretar uma taxa de crescimento e decrescimento. 61,2% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta.

Item corrigido 5: Item 19

- 19) Qual é o domínio da função  $f(x) = \frac{\sqrt{x+2}}{x-1}$ ?                      d)  $\{x > -2, x \neq 1\}$   
 a)  $\{x \neq 1\}$                       e) N.D.A  
 b)  $\{x \geq -2\}$   
 c)  $\{x \geq -2, x \neq 1\}$  ✓

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 19: ICR do item 19



Fonte: autor

31% dos participantes assinalaram a alternativa **a**. Isso demonstra que a maior parte dos alunos conhece a regra do “denominador diferente de 0”, entretanto, esqueceram-se do fato de não ser possível extrair uma raiz quadrada de um número negativo. 48,6% dos participantes assinalaram ter certeza ou quase certeza da sua resposta. O índice de discriminação deste item é ineficiente segundo a tabela de Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018). Uma forma de corrigir esse item foi acrescentar o termo “condição de existência de  $x$  à descrição do item.

*Item corrigido 6: Item 22*

22) Qual das opções a seguir descreve melhor a função  $f$  definida por,  $f(x) = \frac{x^2}{x-2}$ ?

I. Conforme o valor de  $x$  fica muito grande, o valor de  $f$  se aproxima de 2.

II. À medida que o valor de  $x$  fica muito grande, o valor de  $f$  aumenta.

III. Conforme o valor de  $x$  se aproxima de 2, o valor de  $f$  se aproxima de 0.

a) Somente I. está correta

b) Somente II. está correta ✓

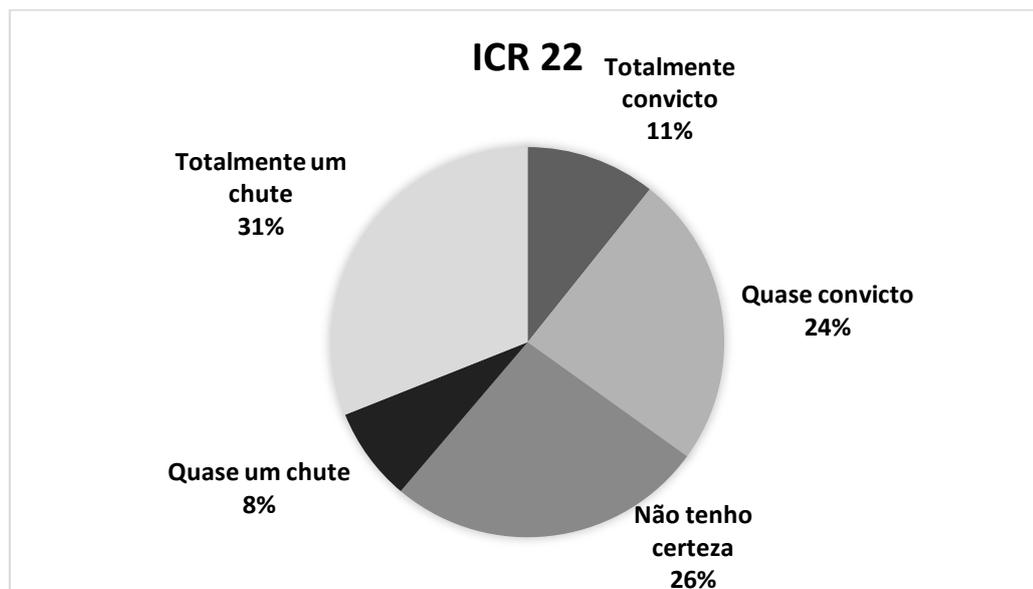
c) Somente III. está correta

d) II. e III. estão corretas

e) I. e II. estão corretas

Fonte: Drlik (2015) adaptado

Gráfico 20: ICR do item 22



Fonte: autor

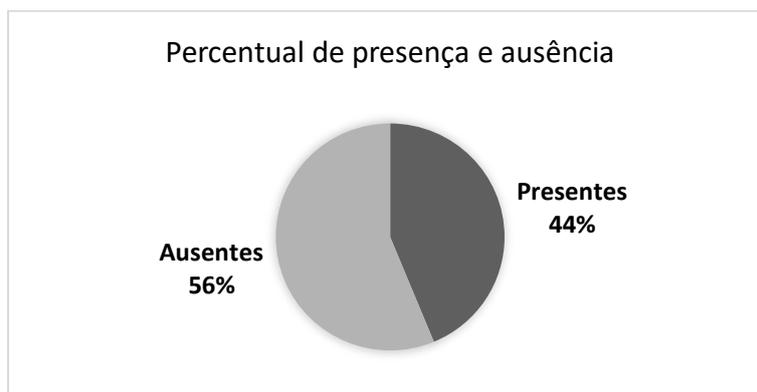
A alternativa mais escolhida para este item foi a opção correta, **b**, seguida da opção **d**, ambas com 31%. Um dos motivos para este erro pode ter sido a confusão com a 3ª afirmação do item, em que os discentes podem ter confundido para onde o valor de  $f$  se aproximaria; entretanto, o ICR deste item apresenta um baixo índice de convicção. Embora tenha tido um índice de dificuldade maior que 27%, este item obteve um índice de discriminação classificado como “necessita de revisão”, segundo Ebel (1954) apud Piton-Gonçalves e Almeida (2018). A maneira escolhida para corrigi-lo foi alterar a terceira afirmação, trocando 0 (zero) por infinito, fazendo com que a afirmação se torne verdadeira e, assim, numa próxima aplicação, a possível confusão citada não se repita.

## 5.2 Questionários

Para facilitação do cruzamento entre os resultados dos questionários, os itens foram separados em categorias e subcategorias, conforme apresentado no capítulo 4. Para facilitar a compreensão, as legendas dos gráficos e quadros apresentam entre parênteses o sujeito ao qual o questionamento foi feito.

### 5.2.1 Assiduidade discente

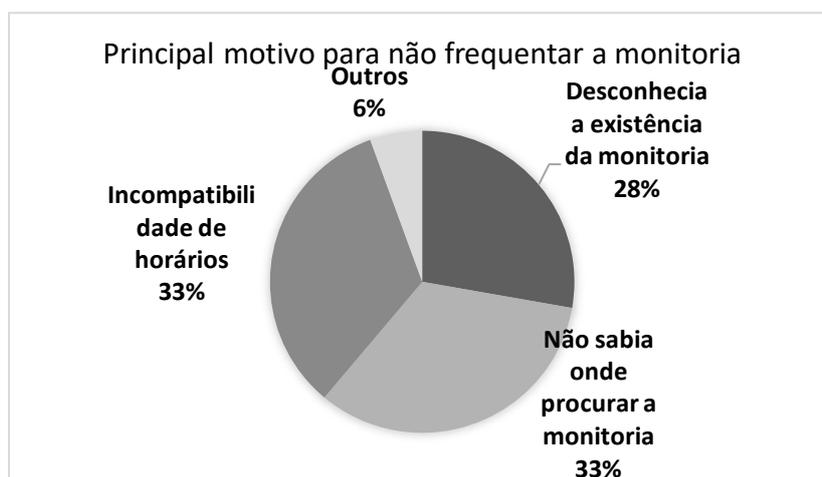
Gráfico 21: Percentual de incidências (discentes)



Fonte: autor

Dos 32 discentes respondentes ao questionário, apenas 14 chegaram a frequentar a monitoria pelo menos uma vez.

Gráfico 22: Motivos para "não frequência" (discentes ausentes)



Dos 18 discentes ausentes, a maior parte deu como justificativa o desconhecimento da existência ou de como procurar a monitoria, ou incompatibilidade de horários. Um deles afirmou que *"não podia frequentar a monitoria por estar no 1º período"*. Tal resposta pode indicar uma "falta de entendimento" da pergunta, levando-o a acreditar que se tratava de "exercer o papel do monitor". Nenhum discente assinalou a opção de "problemas com dados de internet como justificativa.

Ao serem questionados sobre o motivo pelo qual acreditavam que os alunos que não frequentavam a monitoria, mesmo sabendo da sua existência, os principais temas citados pelos monitores foram "falta de interesse", "timidez" e "desmotivação". Um dos monitores chegou a citar que a monitoria era bem divulgada nas redes sociais e quadros de divulgação da universidade, o que

contradiz com as respostas de alguns discentes sobre a má divulgação da Monitoria:

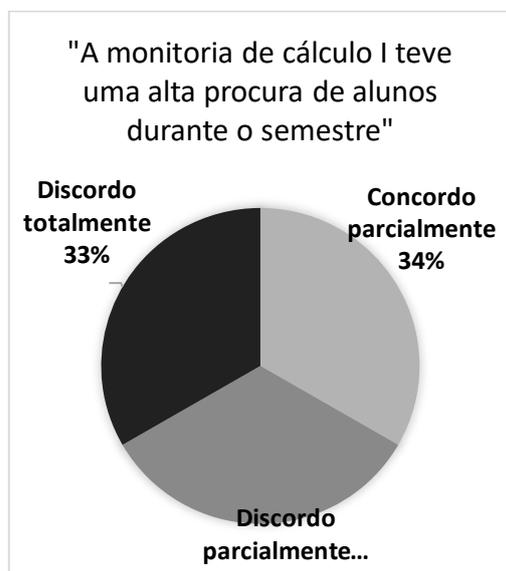
Quadro 19: Motivos para a "não frequência" à monitoria (monitores)

<b>M1:</b> "Pode ser por questão de timidez (tem aluno que prefere procurar alguém que já conhece do que o próprio monitor por questão de intimidade) e também pode ser falta de interesse mesmo".
<b>M2:</b> "Eu realmente não sei. Porque falando pelo PET matemática, nós divulgamos que terá monitoria (nas redes sociais, em quadros de divulgação na universidade...), falamos para os alunos que procuram avisarem os colegas..."
<b>M3:</b> "Eu chutaria que ele se sente desmotivado, ou que não está levando a matéria a sério. Talvez até problemas familiares, financeiros ou de saúde".
<b>M4:</b> "Muitas vezes os alunos sequer se dispõem a assistir, nem que uma única vez, a monitoria, pois já existe um preconceito de que em nada irá agregar. Além disso, a desistência prematura pela disciplina requerer um pouco mais de esforço/dedicação do aluno".
<b>M5:</b> "Falta de interesse da grande maioria dos estudantes. Além do pouco planejamento na hora de estudar".
<b>M6:</b> "Atribuo a vários motivos. Um deles é vergonha ou orgulho, por pensar que sabia o suficiente ou pensar que sozinho irá conseguir entender tudo o que precisa. Outro motivo é desconhecimento do PET".

Fonte: autor

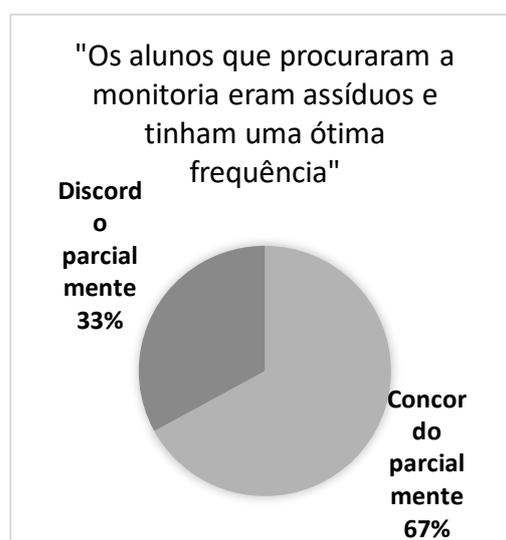
Em paralelo a estes relatos 3 docentes respondentes afirmaram ter recomendado que seus alunos procurassem pelo monitor. Pode-se presumir que outros docentes não tenham informado ou enfatizado de forma devida sobre existência das monitorias, o que pode ser solucionado com a apresentação dos monitores por conta própria em sala de aula.

Gráfico 23: Público da monitoria (monitores)



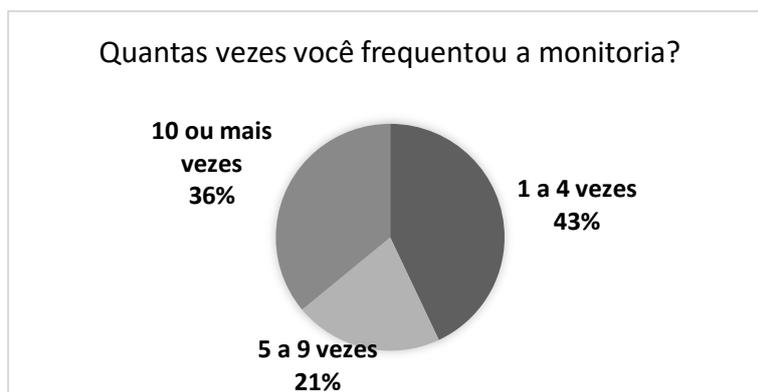
Fonte: autor

Gráfico 24: Assiduidade dos discentes (monitores)



Fonte: autor

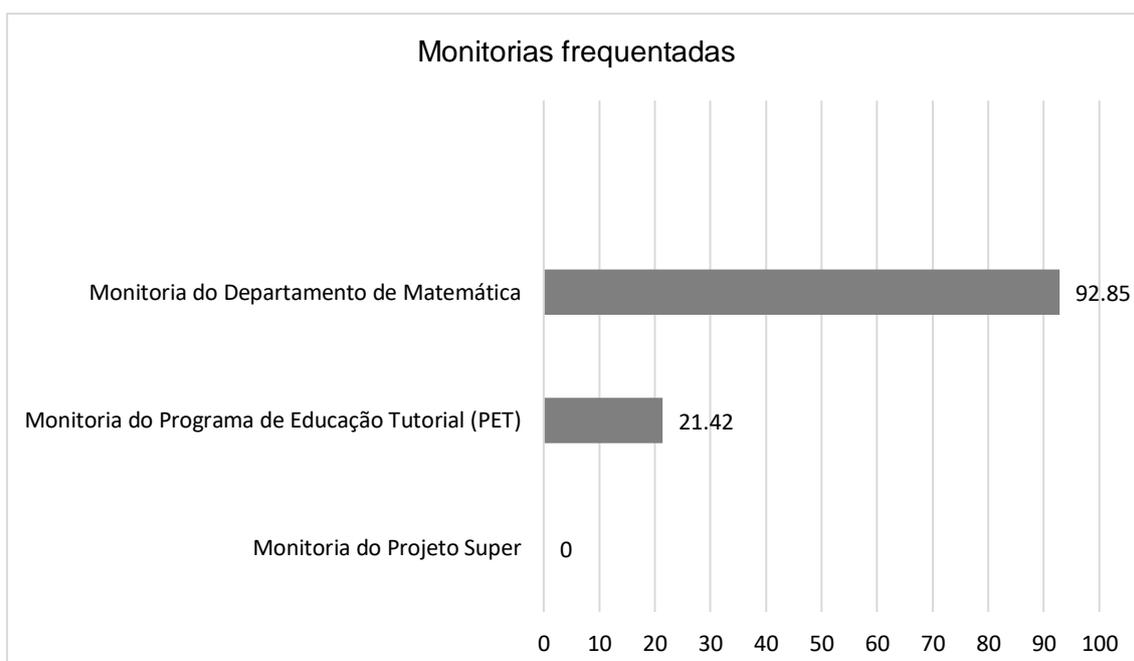
Gráfico 25: Assiduidade dos discentes (discentes)



Fonte: autor

Sobre a frequência dos discentes, apenas 34% dos monitores concordaram que a monitoria teve uma alta procura, se tratando justamente dos monitores do Departamento de Matemática. Estes dados corroboram com os resultados de Flores, Lima e Fontella (2017), além dos relatos dos monitores sobre os discentes procurarem seu auxílio apenas durante as avaliações, como será mostrado no quadro 24. Já quanto a assiduidade dos discentes que frequentavam a monitoria, 67% concordaram que os discentes compareciam frequentemente. Comparado a isso, quando questionados, os discentes com frequência maior ou igual a 5 vezes foi de 57%.

Gráfico 26: Monitorias frequentadas (discentes presentes)



Fonte: autor

Já os 14 alunos, 93% frequentaram a monitoria do Departamento de Matemática, enquanto que 21% frequentaram a monitoria do PET. Destes, 2

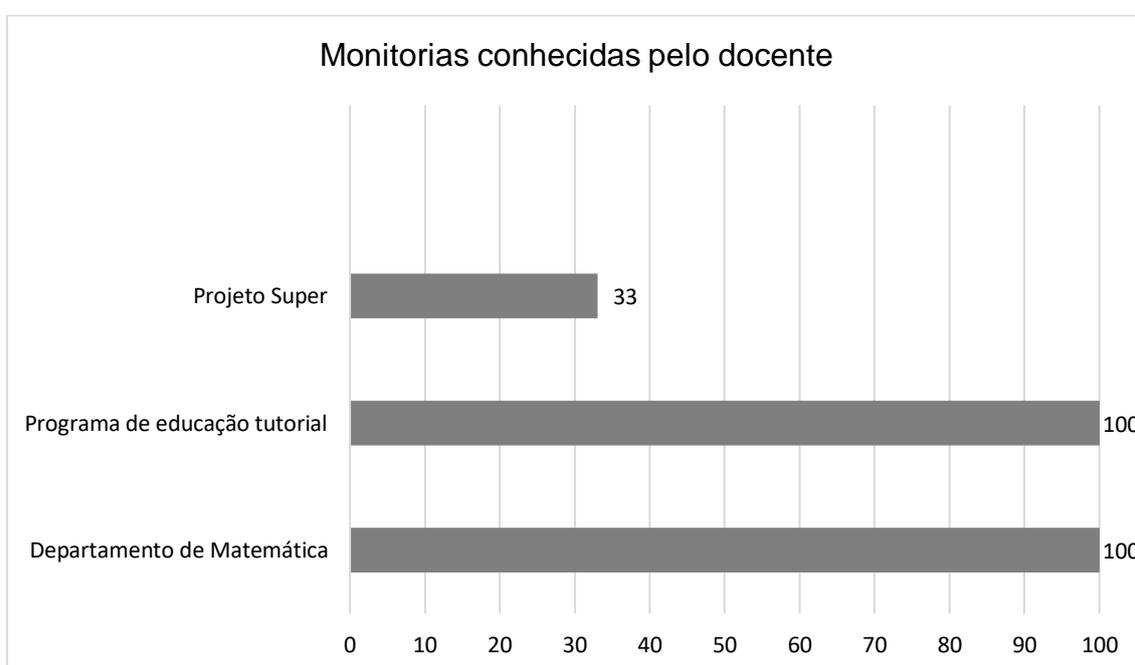
alunos frequentaram ambas as monitorias, mas preferiram a monitoria do PET, tanto pela “disponibilidade” (mesmo que fora dos horários de monitoria), como por uma questão de “melhor didática” dos monitores deste programa:

Quadro 20: Preferências (discentes)

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Cheguei a frequentar a monitoria do departamento de matemática e a do PET, e tive a preferência pelo PET pois independente do dia e horário eles sempre tinham disponibilidade de tempo para o atendimento”.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• “PET. Uma didática melhor”.</li> </ul>   |

Fonte: autor

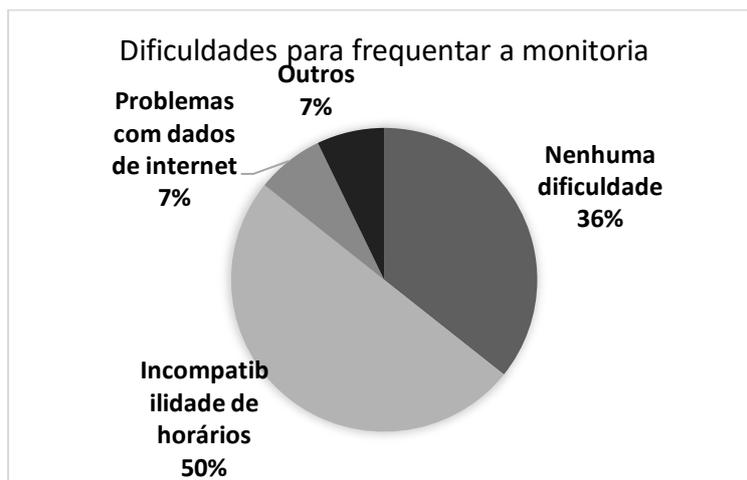
Gráfico 27: Monitorias conhecidas (docente)



Fonte: autor

Todos os professores conheciam o as monitorias do PET e do Departamento de Matemática, mas apenas um conhecia o Projeto Super. Comparando os resultados com o dos discentes, de 0% de frequência no projeto, pode-se indagar que a causa seria o desconhecimento deste, mas seriam necessárias perguntas específicas para chegar a uma conclusão. Todos os professores responderam ter tido contato com os monitores de Cálculo I.

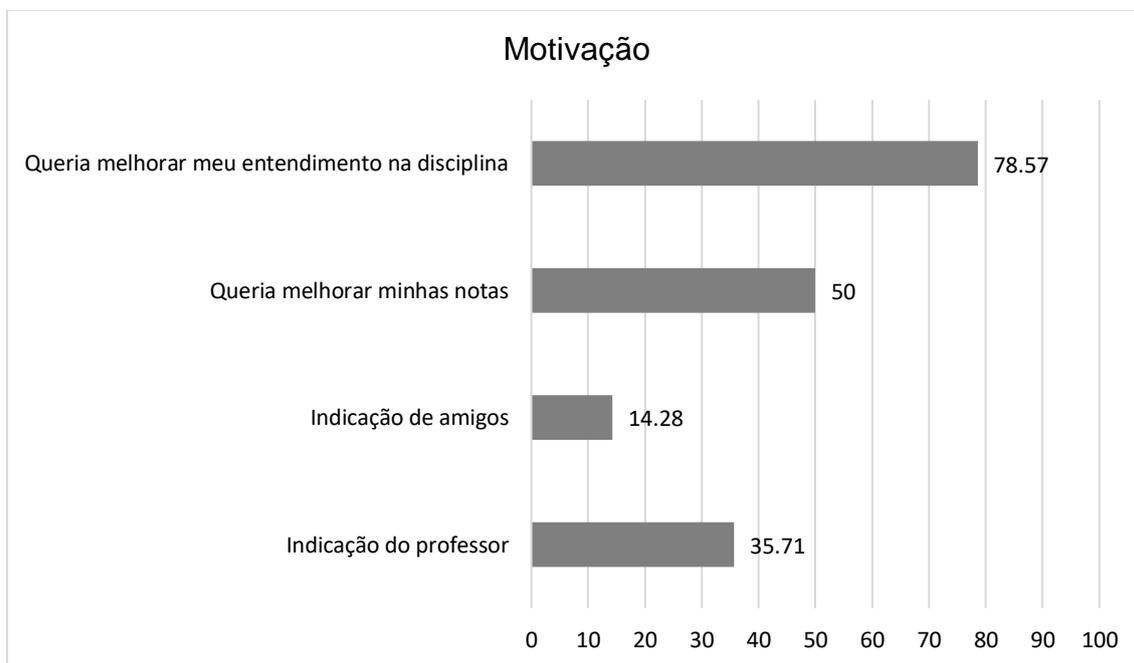
Gráfico 28: Obstáculos na frequência à monitoria (discentes presentes)



Fonte: autor

Os presentes foram questionados sobre as dificuldades enfrentadas para frequentar a monitoria, e a mais citada foi a “incompatibilidade de horários”. Um dos discentes verbalizou que “não havia um monitor”. É possível que, em determinado momento, os monitores tenham se ausentado. Já as principais motivações citadas para a procura pela Monitoria de Cálculo foram “melhorar o entendimento na disciplina” e “melhorar as notas”:

Gráfico 29: Motivação para frequentar a monitoria (discentes)

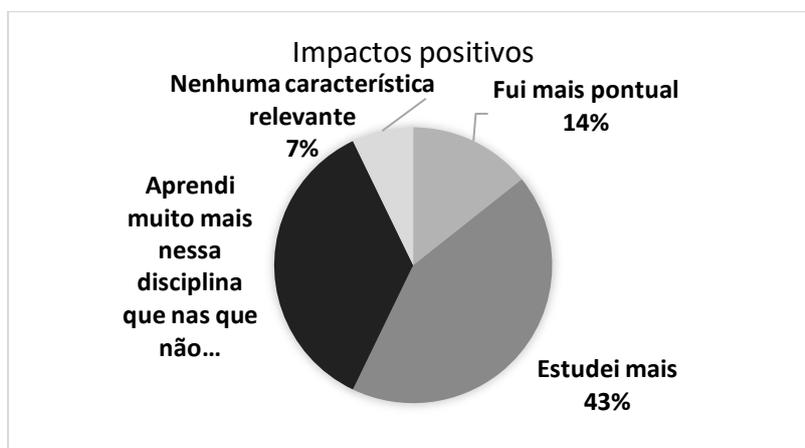


Fonte: autor

Destaque para 35% de “indicação do professor”. A divulgação e aconselhamento deste aos discentes para procurar a monitoria é um pode ser um encorajamento para o aumento da frequência ao programa.

## 5.2.2 Benefícios da Monitoria

Gráfico 30: Impactos positivos da monitoria (discentes)



Fonte: autor

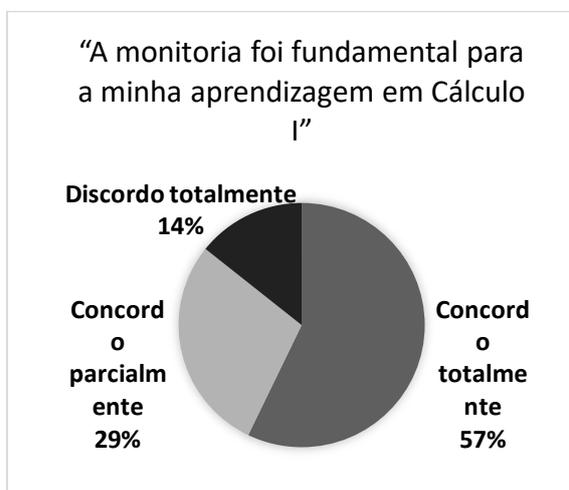
Os principais impactos positivos da Monitoria para os discentes foram o fato dela tê-los influenciado a “estudar mais” (43%), além de terem “aprendido mais” que outras disciplinas que não tinham monitor (36%). Além disso, eles acrescentaram que a monitoria ajudou a “aumentar sua compreensão de conceitos”, “melhorou seu desempenho” e “foi mais esclarecedora que a aula tradicional”:

Quadro 21: Outros impactos (discentes)

• “Você fica menos perdido no assunto”
• “A monitoria entrou em detalhes que a professora da disciplina não entrou na época, foi mais esclarecedor”
• “Melhor acessibilidade”
• “Meu desempenho e interesse pela matéria melhoraram consideravelmente”
• “Melhora da consolidação de conceitos”

Fonte: autor

Gráfico 31: Importância da monitoria para a aprendizagem (discentes)



Fonte: autor

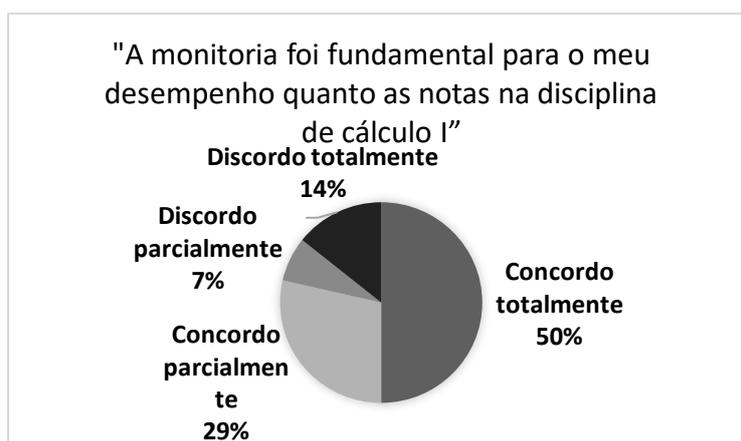
Gráfico 32: Esclarecimento de dúvidas (discentes)



Fonte: autor

86% dos respondentes concordaram total ou parcialmente que a monitoria foi fundamental para a “aprendizagem na disciplina”, “esclarecimento de dúvidas conceituais”. Cabe destacar que os discentes que “discordaram” total ou parcialmente também discordaram quanto a ter uma boa relação pessoal com o monitor, resultado que será apresentado na categoria “*percepção sobre o perfil do monitor*”.

Gráfico 33: Relação monitoria x desempenho (discentes)



Fonte: autor

79% concordaram total ou parcialmente que a monitoria foi fundamental para o “desempenho nas notas”. Vale lembrar que o aluno não necessariamente frequenta a monitoria para melhorar suas notas, mas também para melhor compreensão da disciplina, o que vai muito além da simples “aprovação”, como mostrado no Gráfico 29.

Todos os monitores reconheceram a importância da monitoria para a aprendizagem dos alunos. Alguns relatos resgatam a ideia da sociointeratividade de Vygotsky (1984), visto que a mediação entre aluno e monitor é facilitada pelo fato de ambos serem alunos em formação, portanto, reconhecem as necessidades e dificuldades de cada um.

Quadro 22: Importância da monitoria (monitores)

<b>Você considera que suas atividades de monitor(a) são importantes para o processo de ensino-aprendizagem de Cálculo I na universidade? Por que (justifique da melhor maneira possível)?</b>
<b>M1:</b> “Sim. Porque como sou aluna da universidade, e já fui aluna de cálculo 1, eu tento compreender mais a dificuldade dos alunos em relação a matéria, ao tempo de estudo, a organização, a disciplina. Além de que, também posso compartilhar como foi a minha experiência quando estive na posição deles (alunos de cálculo 1).”
<b>M2:</b> “Sim, pois são alunos que já passaram pela experiência de pagar a matéria ensinando o seu método de estudo e como os outros alunos podem adaptar para dar certo consigo mesmo”.
<b>M3:</b> “Sim, pois segundo os resultados anteriores, houve um aumento na fração de alunos aprovados”.

**M4:** “Sim. O professor já é o suficiente para lecionar a disciplina, mas muitas das vezes os alunos se veem numa posição de receio, medo no que se refere a tirar dúvidas, pois pode parecer muito trivial para o professor. O monitor auxilia numa forma alternativa de fixar o assunto para o aluno e, principalmente, o deixa a vontade para tirar dúvidas, visto que o monitor está também na posição de aluno na faculdade”.

**M5:** “A monitoria serve como um ótimo recurso para que o aluno consiga se sair bem sucedido na matéria, visto que a disponibilidade de uma pessoa (o monitor) para poder tirar suas próprias dúvidas é um grande facilitador na hora da aprendizagem, pois otimiza seu tempo de estudo e, dependendo do monitor, o aluno consegue ter um crescimento além das próprias aulas. Além disso, a monitoria serve de estímulo ao estudante, porque o aluno se motiva ao ver que outros (como seu monitor) já conseguiram ultrapassar as dificuldades as quais ele está passando na matéria no momento”.

**M6:** “Sim, pois como dito anteriormente, a base matemática que os alunos trazem consigo deveria ser melhor, então o mesmo precisa de mais ajuda para entender e aprender da melhor forma possível o curso de cálculo 1. Como eu mesmo tive dificuldades por conta dos despreparos, recorri à monitoria, que me ajudou muito no andamento do meu curso”.

Fonte: autor

Estas verbalizações corroboram os resultados obtidos por Steinbach (2015) e Flores (2018) sobre a facilidade que o monitor teria de mediar o conhecimento com os alunos. Este reconhecimento dos próprios monitores ajuda a fazer com que se dediquem à sua função. Além disso, houve semelhanças com as opiniões dos discentes sobre “disciplina nos estudos”, “esclarecimento de dúvidas” e “influência nas notas”.

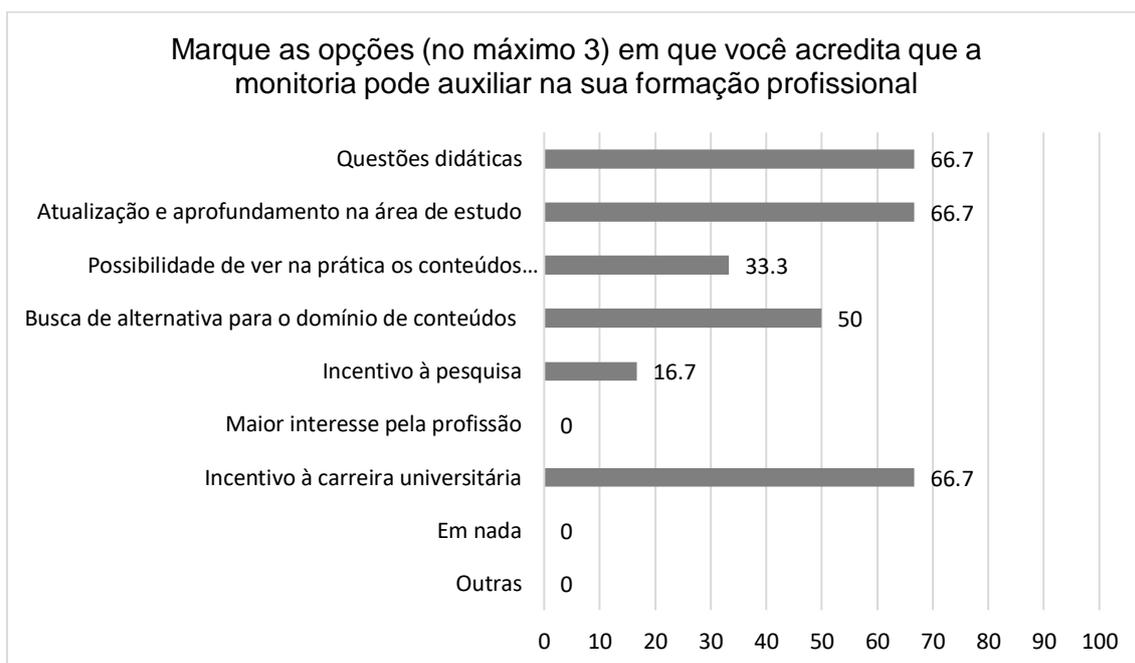
*Quadro 23: Monitoria como suporte ao trabalho docente (docentes)*

<b>Você compreende a Monitoria como uma estratégia de suporte ao trabalho docente? Como isso acontece?</b>
<b>D1:</b> “Sim”
<b>D2:</b> “Sim, como suporte. Ajuda na resolução de exercícios”
<b>D3:</b> “Sim”

Fonte: autor

Em contrapartida, embora os docentes tenham afirmado que o monitor é um suporte ao seu trabalho, apenas um deu uma justificativa, sobre “resolução de exercícios”. Não mencionaram o papel do monitor como mediador do conhecimento, ou outra qualidade que viesse a colaborar com a aprendizagem dos discentes de Cálculo I.

Gráfico 34: Importância da monitoria na formação (monitores)

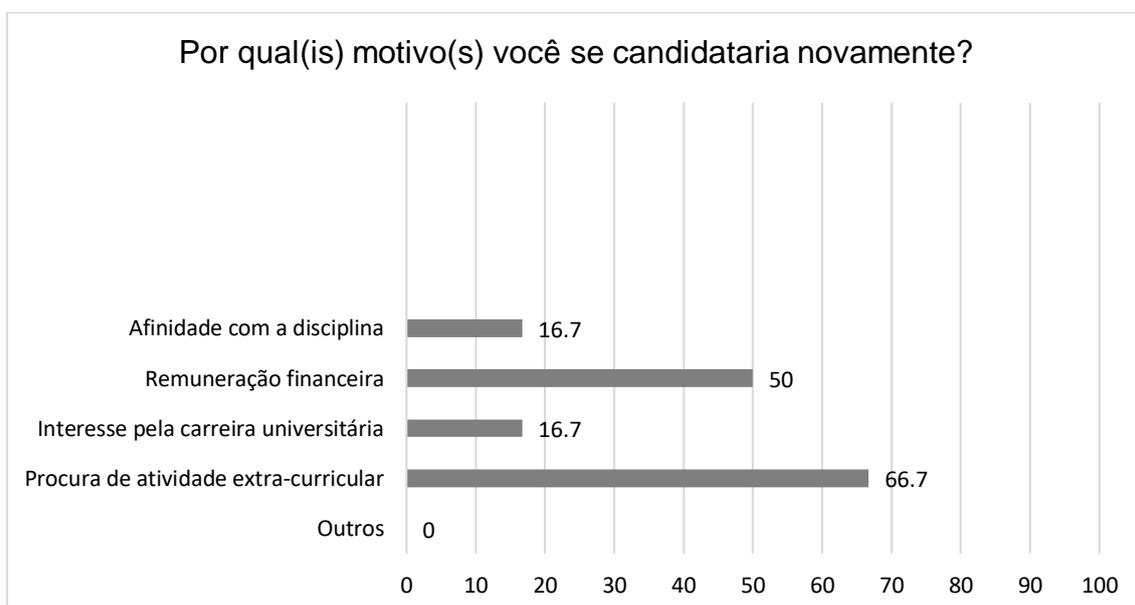


Fonte: autor

Com relação à carreira profissional, 66% dos monitores destacaram que a monitoria os auxiliaria principalmente na parte “didática”, “atualização e aprofundamento na área de estudo” e “incentivo à carreira universitária”, novamente corroborando com Flores (2018), sobre o despertar do interesse pela profissão docente.

100% dos monitores afirmaram ter interesse em se candidatar novamente à monitoria, principalmente pela remuneração e para realizar atividades extra curriculares.

Gráfico 35: Interesse em ser monitor novamente



Fonte: autor

Esses dados corroboram com a motivação dos mesmos para se candidatarem à vaga inicialmente, com 83% citando a atividade extra curricular, além da afinidade com a disciplina. Cabe destacar também que, inicialmente, a remuneração não era um fator preponderante para incentivá-los à vaga, com 33,3% dos respondentes escolhendo esta opção. Quando questionados se pretendiam seguir a carreira de professor universitário, 50% dos respondentes concordaram, confirmando que a monitoria os incentivou nesse desejo.

Quando questionados sobre outros motivos além dos disponíveis na pergunta inicial, 2 monitores citaram a experiência como outro fator de incentivo:

*Quadro 24: Motivações extras (monitores)*

<b>M5:</b> “Aprofundamento teórico; maior experiência com alunos e tutoria.”
<b>M6:</b> “Buscar conhecimento é sempre bom e ministrar essa disciplina em conjunto com um professor formado e muito experiente ajuda demais. A confiança adquirida na própria capacidade de ensinar é, sem dúvidas, de imenso valor para um estudante de licenciatura.”

Fonte: autor

### 5.2.3 Percepção Sobre a Monitoria

Quando questionados sobre o que consideravam um “bom” e um “mau” monitor, os professores deram as seguintes declarações:

*Quadro 25: "Atributos necessários para a monitoria" (docentes)*

<b>D1:</b> “Para ser um bom é necessário que ele tenha conhecimento da disciplina, seja disposto e responsável. E para ser um monitor que deixa a desejar...basta ter atitudes contrárias as mencionadas”.
<b>D2:</b> “(1) Ser um bom monitor: cumprir com os horários de atendimento a turma; e ter bom conhecimento do conteúdo da disciplina. (2) "Ser um monitor que deixa a desejar": não cumprir alguma (ou ambas) das condições em (1)”.
<b>D3:</b> “Um bom monitor é aquele que cumpre seus horários e consegue responder de maneira clara as perguntas dos alunos. O contrário disso é um monitor que deixa a desejar”

Fonte: autor

Todos os professores citaram o “conhecimento da disciplina” como algo importante, enquanto dois citaram também o cumprimento dos horários. Entretanto, nenhum citou algo como “relação harmoniosa” ou “cordialidade” com os alunos, contrapondo com os resultados de Flores (2018) sobre estas serem qualidades fundamentais para a aprendizagem dos discentes, com base na sociointeratividade (VYGOTSKI, 1991; NATARIO, 2001; STEINBACH, 2015). Já os monitores citaram outros fatores ao serem questionados sobre os atributos necessários para ser monitor:

*Quadro 26: "Atributos necessários para a monitoria" (monitores)*

<b>M1:</b> “Saber resolver diversos tipos de exercícios, e ter seu tempo organizado”.
<b>M2:</b> “Paciência, disponibilidade e boa vontade para aprender e ensinar”.

**M3:** “Ser habilidoso na matéria, saber explicar de maneira didática, saber quando o aluno entende ou não sua explicação, fazendo exemplos juntamente com o aluno”.

**M4:** “Estar disposto e paciente para ensinar e contribuir para o conhecimento do monitorando”.

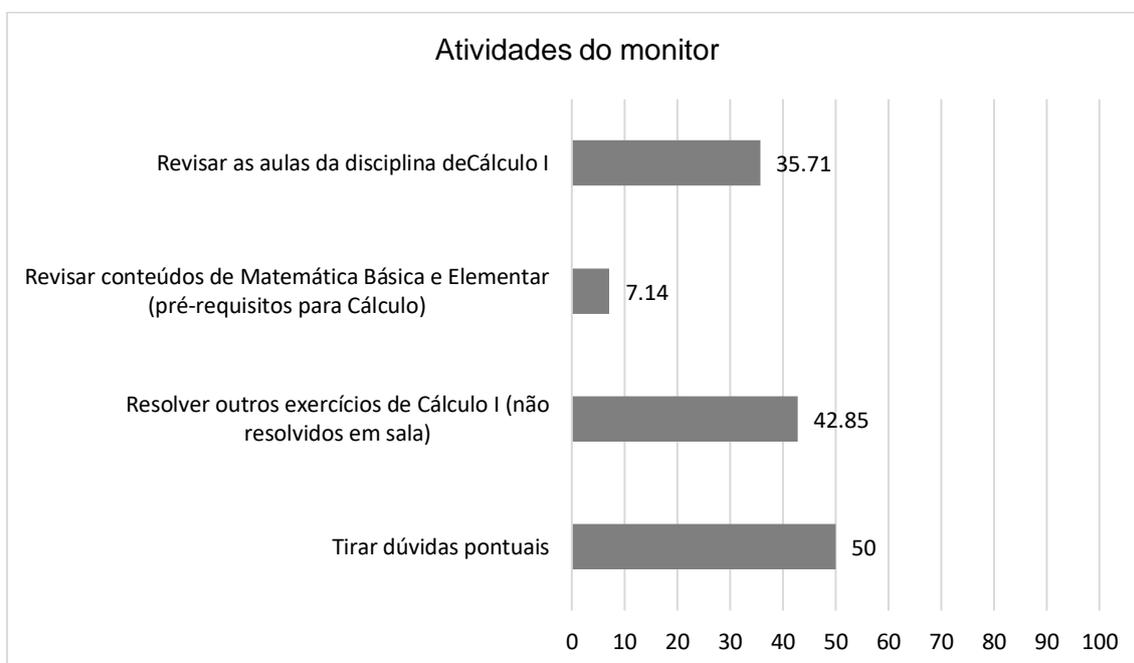
**M5:** “Organização, conhecimento, paciência, comprometimento”.

**M6:** “Além de conhecer a disciplina muito bem, ter uma boa oratória e, principalmente, se pôr no lugar dos estudantes”.

Fonte: autor

Além do domínio de conteúdo, o que mais se repetiu perante os monitores foram a “paciência” e “disponibilidade”, destacando que não basta apenas saber para ensinar, mas ter resignação para, de forma tranquila e sem pressa, mediar o conhecimento ao aluno. Os resultados obtidos corroboram com o que foi apresentado por Natario (2001) quanto às características pessoais necessárias para um monitor.

Gráfico 36: Atividades exercidas na monitoria (discentes)



Fonte: autor

Sobre as atividades exercidas durante a monitoria, as opções mais citadas pelos discentes foram “tirar dúvidas pontuais”, “resolução de exercícios” e “revisão das aulas”. Apenas um aluno citou a “revisão de conteúdos de matemática básica e elementar”, o que contrasta com a necessidade de reforço nesse quesito, como visto nas pontuações obtidas no ECP, e também com o relato dos monitores sobre as dificuldades dos discentes quanto aos conhecimentos de função.

Quadro 27: Atividades desenvolvidas (monitor)

**M2:** “Resolução de questões e possíveis dúvidas”.

**M3:** “Resolvi alguns exercícios lembrando os alunos dos conceitos e tentando explicar através do exemplo”.

**M5:** “Solução de problemas dos alunos; realização de resumos didáticos; interação com os alunos por meio de perguntas e etc”.

**M6:** “Todas as semanas, três vezes por semana, nos encontrávamos em uma sala virtual para conversar sobre o assunto que a professora havia passado, com o intuito de esclarecer algumas dúvidas. Além disso, resolvíamos questões de listas e, antes das provas, fazíamos uma revisão com todos os assuntos que seriam cobrados”.

**M1:** “Aulas, horários para tirar dúvidas e correção de provas”.

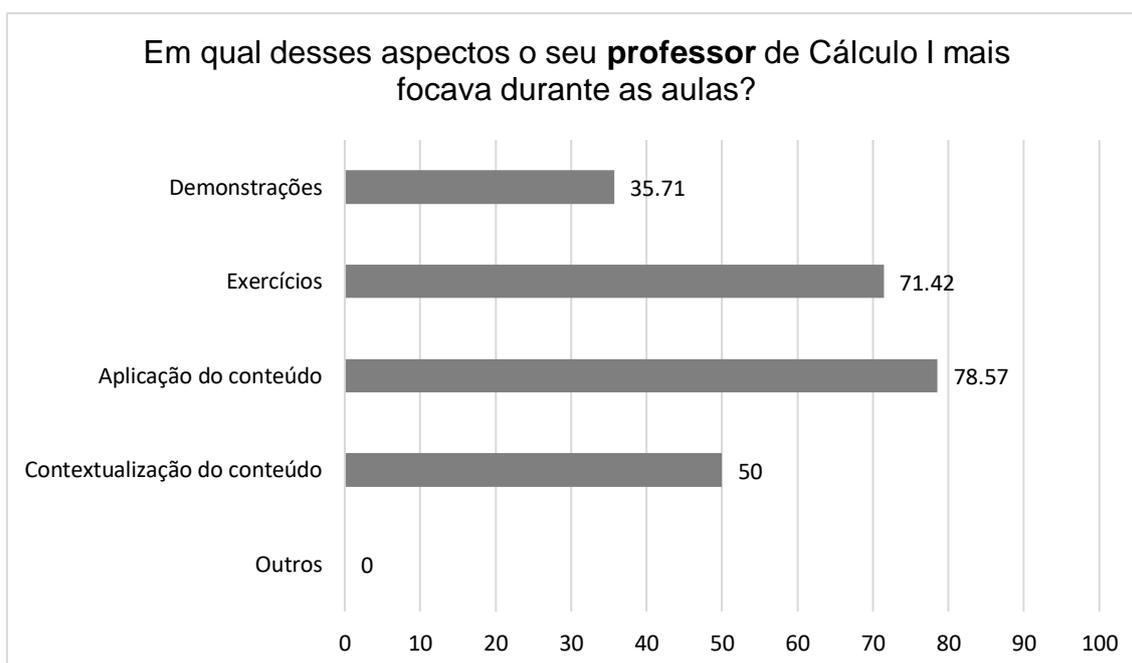
**M4:** “Por conta da pandemia, a maioria dos atendimentos foram de forma remota”. No final do período que tivemos a oportunidade de atender presencialmente, porém, a procura foi baixa”.

Fonte: autor

Numa pergunta subjetiva, ao serem questionados sobre as atividades desenvolvidas na monitoria, 4 dos 6 monitores citaram a “resolução de exercícios” nas suas respostas:

Um monitor citou “correção de provas”, entretanto, não deixou claro se seria no sentido de “atribuir notas”, função do professor da disciplina, ou no sentido de revisar o que os alunos erraram na prova, portanto, seria precipitado julgar como “desvio de função”. Nenhum monitor citou a revisão de conhecimentos Pré-Cálculo ou Matemática Básica durante suas atividades.

Gráfico 37: Foco do docente (discentes)

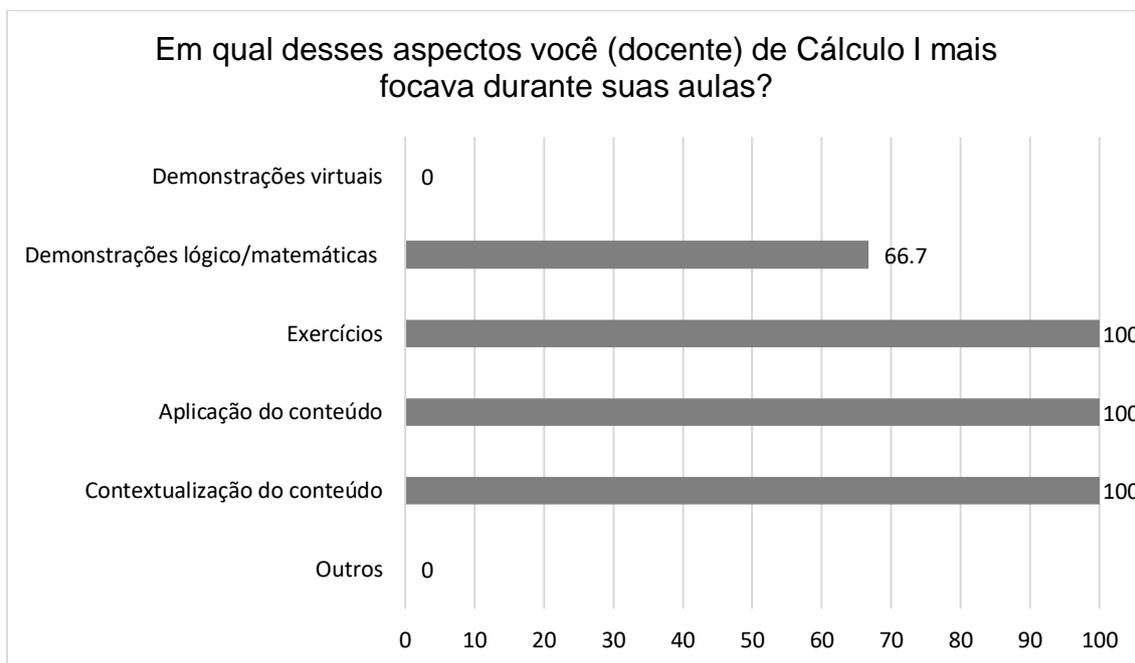


Fonte: autor

Ao comparar a forma como o monitor e professor trabalham a disciplina de Cálculo I, de acordo com os discentes, a “aplicação de conteúdo” é o aspecto mais abordado pelo professor, seguido de perto por “resolução de exercícios”. Este resultado contrasta com o que afirmam Baldino (1998) apud Rezende (2003) sobre a ênfase nas demonstrações. É possível que, com o passar do tempo, os professores de Cálculo I tenham mudado sua prioridade, mas seriam

necessários novos estudos sobre o assunto. Já os monitores teriam dado maior ênfase aos exercícios.

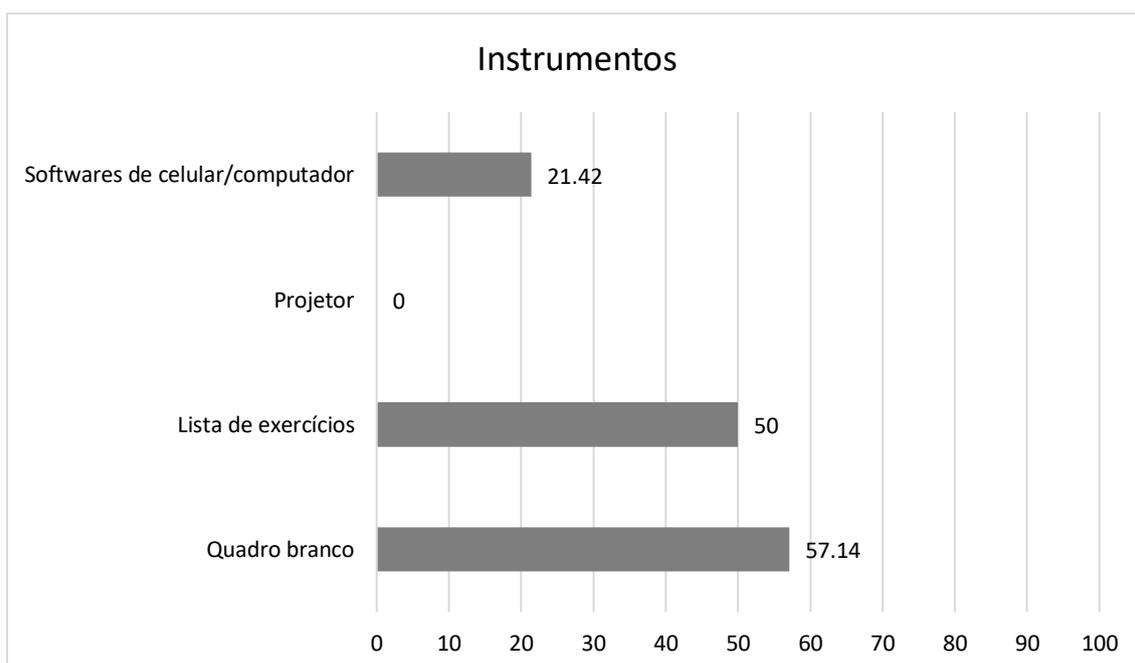
Gráfico 38: Foco do docente (docente)



Fonte: autor

Os professores deram ênfase à aplicação e contextualização do conteúdo e resolução de exercícios. Destaque para apenas dois dos três destacarem as demonstrações, corroborando com o que foi apresentado pelos alunos. Um professor acrescentou ainda a “interpretação geométrica dos conceitos da disciplina” em “outros”.

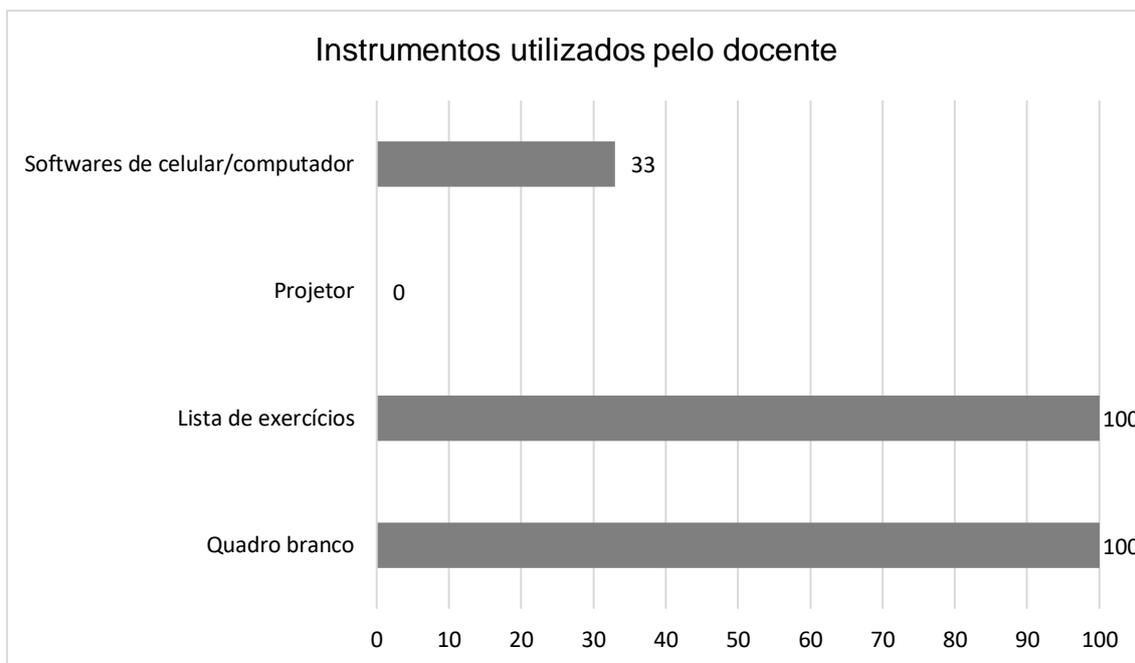
Gráfico 39: Instrumentos utilizados pelo monitor (monitores)



Fonte: autor

Sobre os instrumentos utilizados, os mais citados foram “quadro branco” e “lista de exercícios”, com 57% e 50%, respectivamente. 3 alunos (21%) citaram o uso de softwares de celular/computador, entretanto, os mesmos frequentaram a monitoria em época de pandemia por COVID-19, em que boa parte das atividades aconteciam de forma remota.

Gráfico 40: Instrumentos utilizados pelo docente (discentes)



Fonte: autor

Pode-se perceber uma semelhança entre os instrumentos utilizados por docentes e monitores com relação ao uso de softwares, que possui menor incidência que os demais instrumentos. Numa sociedade tecnológica e comunicativa, o uso de softwares faz-se primordial para o desenvolvimento da educação (FLORES, 2018). Todavia, cabe ao orientador instruir os monitores a como utilizar tais artefatos.

Gráfico 41: Domínio de conteúdo do monitor (discentes)



Fonte: autor

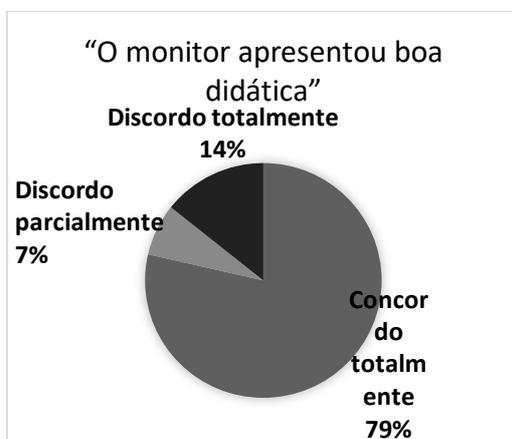
Gráfico 42: Domínio de conteúdo do monitor (docentes)



Fonte: autor

Como os docentes citaram apenas o domínio de conteúdo e organização como atributos para um bom monitor, pode-se presumir que estar “satisfeito com o desempenho do monitor está diretamente ligado ao seu conhecimento em Cálculo. 67% dos docentes responderam estar total ou parcialmente satisfeitos com os monitores quanto a este quesito, enquanto 93% dos discentes deram afirmações positivas sobre a mesma questão.

Gráfico 43: Didática do monitor (segundo os discentes)



Fonte: autor

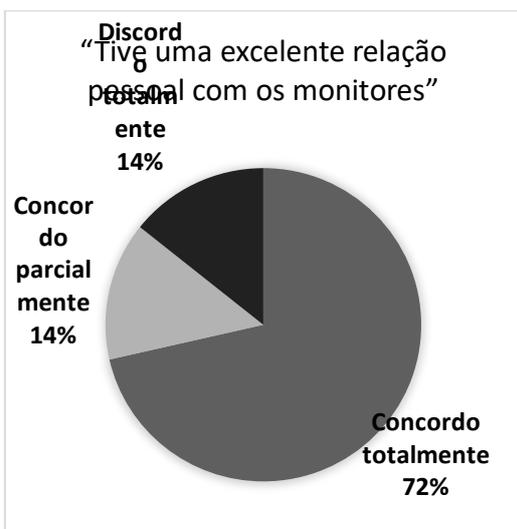
Gráfico 44: Contextualização do conteúdo (segundo os discentes)



Fonte: autor

Ao julgarem o monitor com relação à “didática” e capacidade de “contextualizar o conteúdo de Cálculo I com o curso de graduação”, 79% a 86% dos discentes deram afirmação positivas, sendo que o menor valor se trata da didática dos monitores; entretanto, pode-se concluir que os monitores não se firmaram apenas nas demonstrações puras de matemática, conforme alguns professores de Cálculo I em resultados apresentados por Rezende (2003). As respostas negativas se entrelaçam com os resultados de relação entre o monitor e os demais sujeitos, apresentados a seguir:

Gráfico 45: Relação monitor x discentes (discentes)



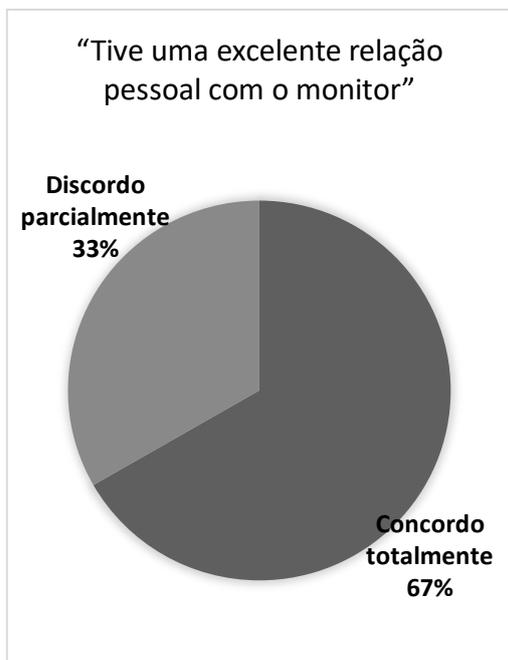
Fonte: autor

Gráfico 46: Relação monitor x discentes (monitor)



Fonte: autor

Gráfico 47: Relação docente x monitor (docente)



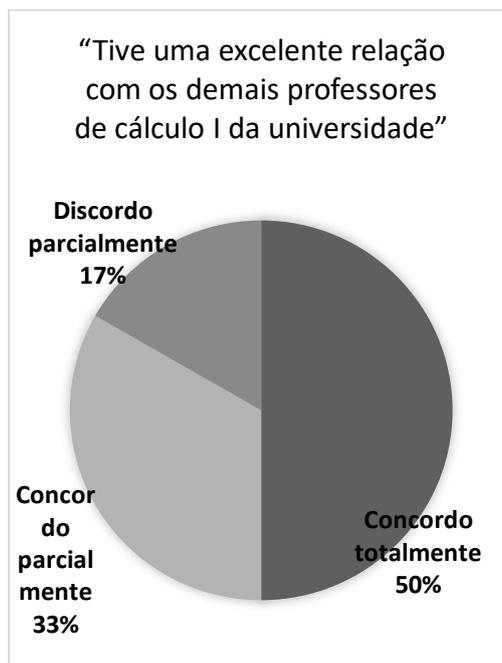
Fonte: autor

Gráfico 48: Relação monitor x orientador (monitor)



Fonte: autor

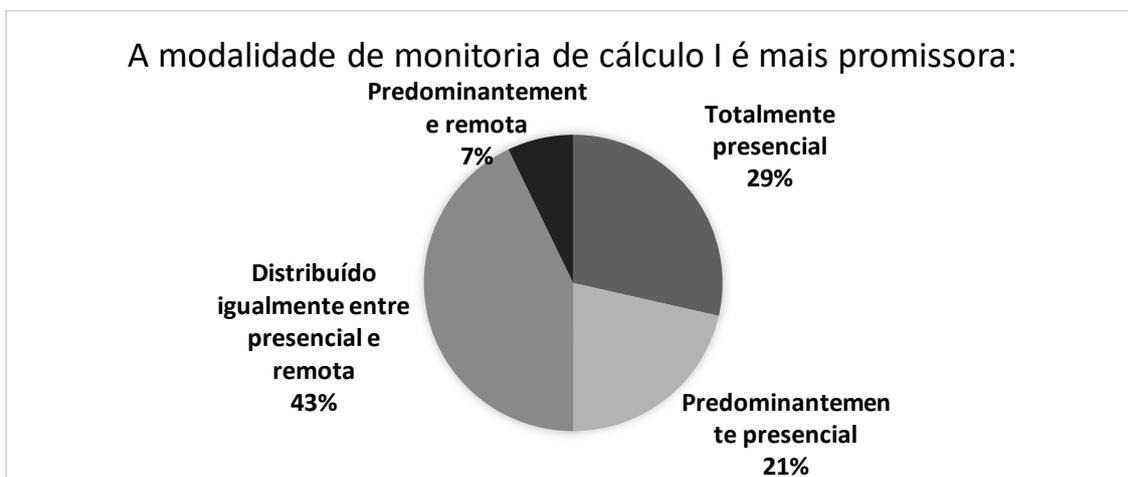
Gráfico 49: Relação monitor x docente (monitor)



Fonte: autor

Cabe destacar que os mesmos respondentes deram afirmações negativas sobre os monitores nos aspectos apresentados quanto ao domínio de conteúdo, didática e capacidade de contextualização também deram afirmações negativas sobre a relação pessoal. Espera-se que, primeiramente, uma boa relação pessoal tanto entre monitor e discente como monitor e docente seja um pré-requisito para que a monitoria seja proveitosa, e conflitos podem acabar culminando num julgamento aquém do esperado. Em compensação, todos os monitores concordaram total ou parcialmente quanto à uma boa relação com os alunos e orientadores; todavia, houve discordâncias quanto aos demais professores.

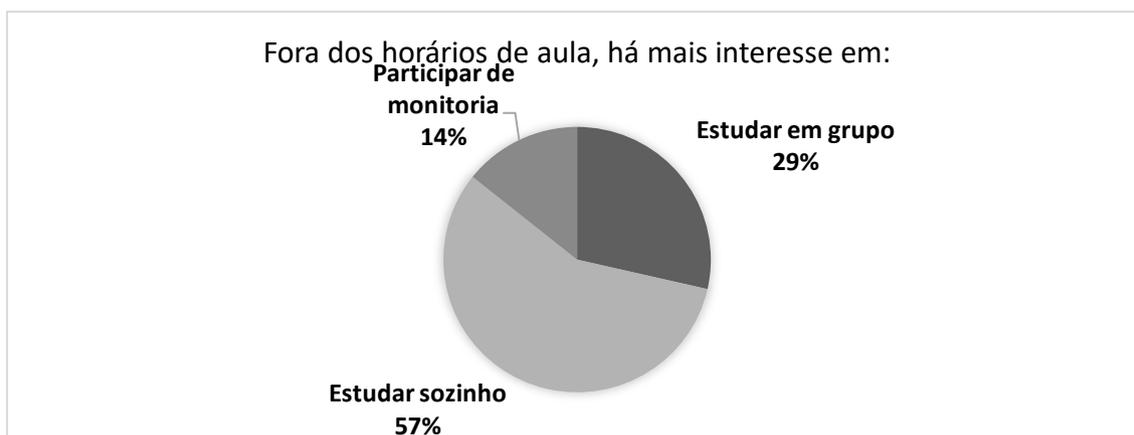
Gráfico 50: Preferência de modalidade (discentes)



Fonte: autor

43% dos alunos acreditam que a monitoria precisa ser distribuída igualmente entre as modalidades presencial e remota. Já 50% acreditam que ela precisa ser totalmente ou predominantemente presencial, o que reflete numa preferência pela modalidade presencial. Entretanto, vale ressaltar que esta pergunta foi respondida apenas por aqueles que frequentaram a monitoria, sem levar em consideração aqueles que não puderam frequentá-la.

Gráfico 51: Interesse fora de sala (discentes)

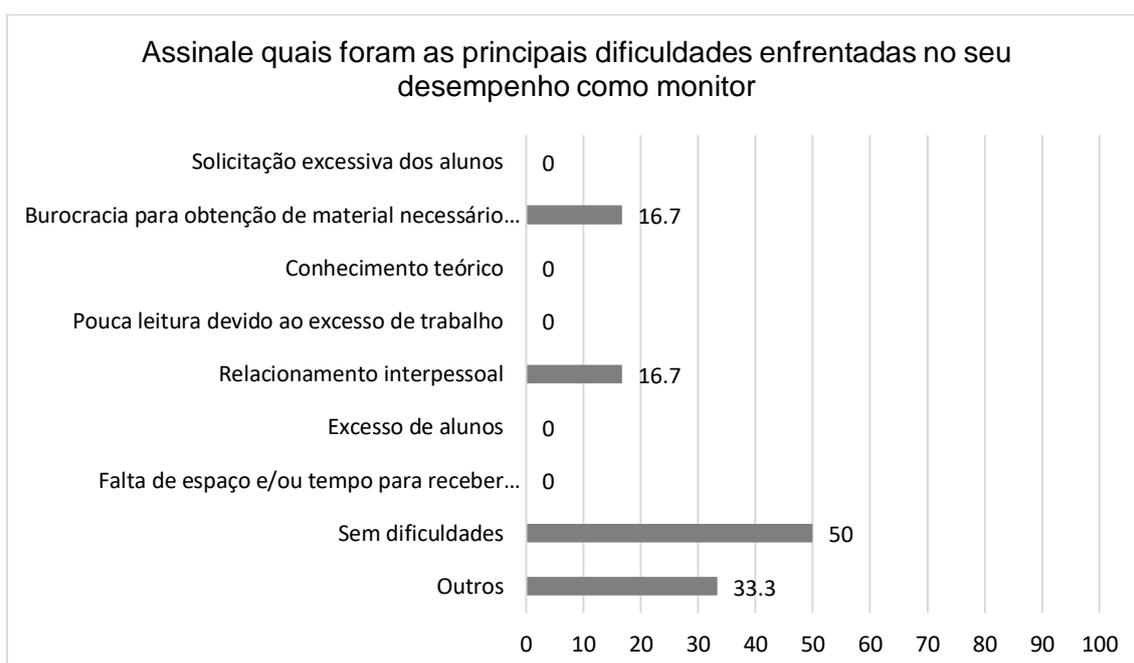


Fonte: autor

57,14% preferem estudar sozinhos fora do horário de aulas. Esse dado contrasta com a ideia que os alunos afirmaram como aspectos positivos da monitoria. É possível que os alunos tenham confundido a pergunta, ou então que procurem a monitoria apenas em situações específicas.

#### 5.2.4 Desafios Da Monitoria

Gráfico 52: Dificuldades enfrentadas (monitores)



Fonte: autor

Metade dos respondentes afirmou não ter tido nenhuma dificuldade. Um dos monitores citou a “burocracia para obtenção de material” e “relação interpessoal”, já outros dois monitores citaram “problemas de internet por conta da pandemia” e “sobrecarga de trabalho”.

Gráfico 53: Reação ao desinteresse do discente (monitor)



Fonte: autor

Já quando questionados sobre o que fazer “quando se deparam com um aluno que não quer aprender” as respostas se dividiram entre “conversar com o professor responsável pela monitoria”, “procurar seguir o que vier à cabeça” e “utiliza outro procedimento”. As justificativas foram as seguintes:

Quadro 28: O que fazer quando o aluno “não quer aprender” (monitores)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tento conversar sobre o que está acontecendo pela falta de interesse, mas se eu perceber que o aluno não quer, não forço também. Não adianta querer ajudar quem não quer ser ajudado. Os alunos precisam começar a ter disciplina e organização para seu próprio futuro”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Geralmente esses alunos não procuram a monitoria. Na verdade, só procuram quando estão desesperados aí tento somente lembra-los da importância de ter procurado antes e agora ficaria difícil com as lacunas que ficaram ao decorrer do período”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Em geral, tento chamar a atenção do aluno, pois creio que isto é o suficiente”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tentar instigar o aluno com relação à disciplina, visto que é extremamente necessária para qualquer que seja o curso”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Diante de qualquer empecilho proveniente da monitoria, a primeira tomada de ação seria procurar um aconselhamento com uma pessoa experiente no assunto. Nesse caso, nosso orientador, em geral, sempre terá uma abordagem mais coerente”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Diante de qualquer empecilho proveniente da monitoria, a primeira tomada de ação seria procurar um aconselhamento com uma pessoa experiente no assunto. Nesse caso, nosso orientador, em geral, sempre terá uma abordagem mais coerente”.</li> </ul>

Fonte: autor

As respostas se dividiram entre chamar atenção do aluno e pedir ajuda ao orientador. Os respondentes parecem ter o consenso que, se o aluno não apresenta interesse em aprender, “não vale a pena insistir”, reforçando o que foi afirmado por Felicetti, Gomes e Fossatti (2013) sobre a importância do “interesse em estudar”. Um dos monitores ressaltou ainda que “alunos desinteressados” não frequentam a monitoria regularmente, esperando o “último momento” para procurar ajuda, assim como publicado por Flores, Lima e Fontella (2017).

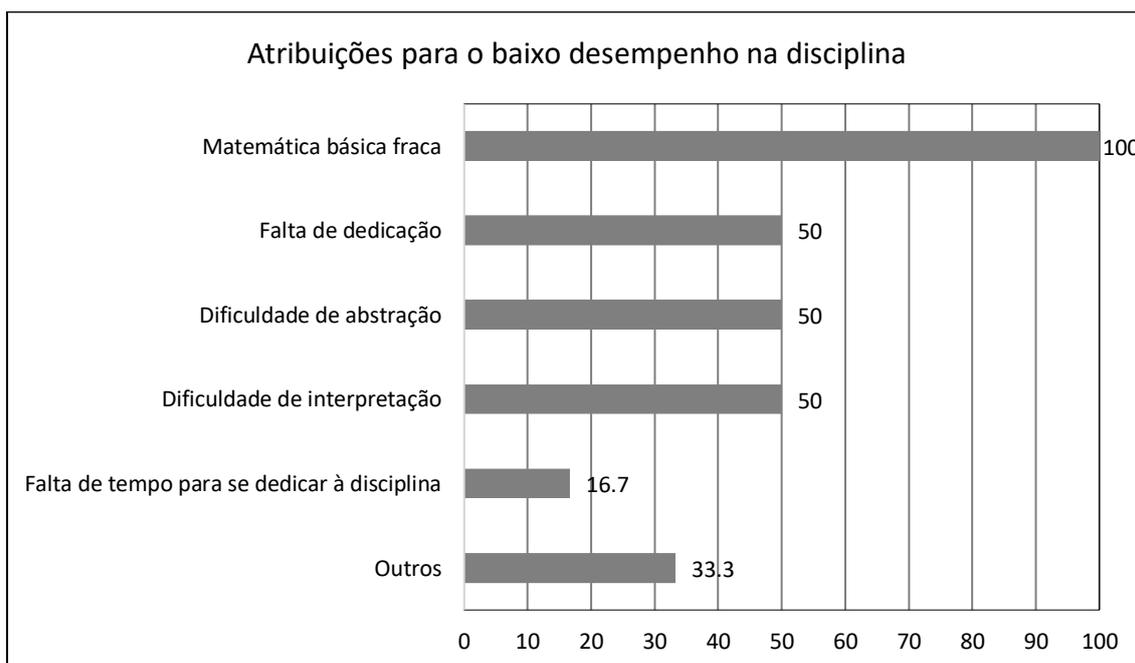
Quadro 29: Desafios na implementação

Desafios na implementação e decisões da coordenação
<b>D1:</b> “Não tenho conhecimento sobre isso. No entanto, sei que recentemente houve atrasos de bolsas de monitoria, o que é um obstáculo para conseguir bons monitores no futuro”.
<b>D2:</b> “Já é implementada. A coordenação articula de forma satisfatória. O valor da bolsa não é atrativo”.
<b>D3:</b> “Acredito que um dos problemas está presente na falta de salas de estudo, visto que a capacidade da biblioteca é bem pequena. Como não há quase nenhum lugar desse tipo, os alunos não permanecem na universidade após os seus horários de aula, e portanto não podem frequentar as monitorias”.

Fonte: autor

Segundo os docentes **1** e **2**, o principal desafio é o atraso e os valores da bolsa dos monitores. Já o docente **3** afirma que não há uma sala específica para a prática da monitoria, o que dificulta a prática da atividade. Esta é uma observação importante a se destacar, pois sem um local adequado, os discentes acabam por não saber onde encontrar o monitor, o que corrobora com o gráfico 20 sobre o desconhecimento da monitoria ou onde ela acontece.

Gráfico 54: Motivos para o baixo desempenho/reprovações em Cálculo I (monitores)



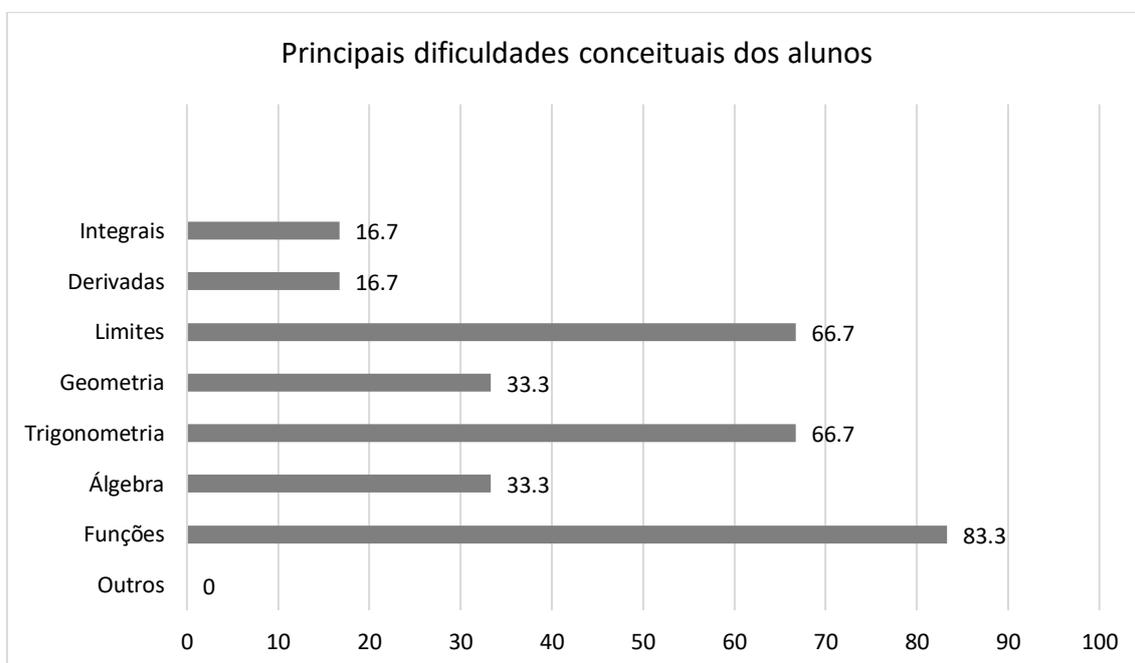
Fonte: autor

Questionados sobre os motivos das altas reprovações em Cálculo I, 100% dos monitores acreditam que a “matemática básica fraca” é um fator preponderante. Este resultado corrobora com as dificuldades apresentada pelos discentes no ECP. Metade citou “falta de dedicação”, dificuldade de interpretação” e “dificuldade de abstração”.

Apenas um citou a “falta de tempo para dedicar-se à disciplina”, entretanto, a “falta de tempo” é um dos motivos apontados pelos alunos para “não frequentarem à monitoria”, o que, conseqüentemente, pode prejudicar seu desempenho, numa espécie de “efeito dominó”. Esta percepção do monitor pode ser interpretada como empatia, uma qualidade apontada por Flores (2018), já que, para identificar este pretexto, foi necessário a interação com o discente além do simples “ensinar”.

Dois respondentes apontaram a opção “outros”, mas apenas um justificou, citando “transição do ensino médio para a faculdade”, por serem realidades diferentes. Este mesmo “problema” foi citado por Flores (2018), em que os alunos acreditam que, por não terem sofrido com dificuldades de aprendizagem no ensino médio, isso se repetirá no ensino superior.

Gráfico 55: Dificuldades conceituais dos discentes (monitores)



Fonte: autor

Quanto às dificuldades conceituais identificadas pelos monitores, a alternativa mais assinalada foi justamente a de funções, corroborando com os resultados obtidos na revisão de literatura (CAVASOTTO; VIALI, 2011;

OLIVEIRA; RAAD, 2012), e também com as dificuldades conceituais apresentadas nos resultados do ECP. Em seguida, vieram Trigonometria e Limites, um dos primeiros assuntos a serem trabalhados na disciplina de Cálculo I (STEWART, 2010). Isto reforça a necessidade dos monitores de Cálculo I estarem preparados para o desafio de revisar conteúdos anteriores à disciplina a qual foram selecionados para monitorar, afim de permitir que os docentes possam ter autonomia com seus estudos e, conseqüentemente, um bom desempenho.

### 5.2.5 Sugestões

A seguir, seguem verbalizações livres dos respondentes sobre sugestões para a otimização da monitoria de Cálculo I:

Quadro 30: Sugestões (docentes)

<b>Categorias</b>	<b>Transcrições</b>
Não exclusividade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Acredito que os monitores deveriam atender quaisquer alunos de Cálculo I, não apenas a turma a qual o seu orientador de monitoria está ministrando aula”.</li> </ul>
Pós Graduação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Estudar a possibilidade de ter discentes da pós-graduação como monitores remunerados de disciplinas de graduação. (Outras universidades, como UNICAMP e USP, fazem isso). Afinal, em geral, é natural que os discentes de pós-graduação estejam mais bem preparados do que os da graduação”.</li> </ul>
Maior remuneração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Primeiramente o aumento na remuneração recebida pelos monitores”.</li> <li>• “Melhora do valor da bolsa”.</li> </ul>
Sala de Monitoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Ter uma sala de monitoria”.</li> </ul>
Fórum de dúvidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Poderia ser criado uma espécie de fórum, onde os alunos possam enviar suas dúvidas e algum monitor ou professor possa responder, de modo a não exigir que as dúvidas sejam tiradas somente presencialmente no horário da monitoria”.</li> <li>• “A criação de um fórum/site/moodle, onde os alunos possam acessar as listas de exercícios, os materiais de apoio e enviar suas dúvidas para que os professores ou os monitores respondam”.</li> </ul>

Fonte: autor

Quadro 31: Sugestões (monitores)

<b>Categorias</b>	<b>Transcrições</b>
Modo presencial	<b>M1:</b> “Por enquanto, só aguardar ele poder voltar a ser presencial”.
Divulgação	<p><b>M2:</b> “Maior divulgação por parte dos professores para com o serviço de monitoria”.</p> <p><b>M4:</b> “Alguma forma de chamar mais a atenção à monitoria, principalmente para os calouros, pois ainda tem alguns que não sabem da existência do PET”.</p>
“Interesse do aluno”	<b>M3:</b> “Não sei responder, porque vejo a monitoria como algo que o aluno tem que se interessar”.
Motivar os alunos	<b>M5:</b> “Como Cálculo I é uma disciplina introdutória na maioria dos cursos envolvendo exatas, eu diria que “motivação” é muito bom. Os alunos chegam na faculdade e já se deparam com essa transformação brusca da escola-faculdade e muitos deles ficam desestimulados a estudar, e as vezes até a

	continuar o curso. Então, como alunos anteriores, os monitores também poderiam de alguma forma tentar motivar seus alunos, seja conversando, seja fazendo alguma atividade dinâmica, etc”.
Orientação	<b>M6:</b> “No ingresso do aluno para ser monitor, haver uma entrevista. É crucial que o futuro monitor tenha ideia do quanto faz diferença para o aluno esse programa”.

Fonte: autor

Quadro 32: Sugestões (discentes)

Categories	Transcrições
Horários flexíveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Geralmente, a monitoria não é frequentada devido a maioria dos alunos morarem distante da Campus, particularmente não fui nenhuma vez devido a isso e por conta do horário”.</li> <li>● “Mais opções de horários”</li> <li>● “Horários mais acessíveis”</li> <li>● “Mais monitores e disponibilidade de horário, e informação de contato e nome do monitor no início e meio de semestre”</li> <li>● “Ajustar com horário do monitor, junto ao dos alunos”</li> <li>● “Ter mais horários disponíveis e salas poderiam fazer aulas gravadas”.</li> <li>● “Horários mais flexíveis”</li> <li>● “... maior disponibilidade de horários”</li> <li>● “... Planejar ao máximo para que o monitor e um número máximo de alunos possam aproveitar o tempo de aula das monitorias, reduzindo os conflitos de horário”.</li> </ul>
Salas de monitoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Ter salas adequadas em relação à infraestrutura, e destinadas prioritariamente para as aulas de monitoria”.</li> <li>● “Precisa ter uma sala específica para o atendimento”.</li> <li>● “Sala maior, ou disponibilizar uma sala maior periodicamente”.</li> </ul>
Aulas remotas/gravadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Videoaulas”</li> <li>● “Deixar aulas gravadas para que os alunos que não tem horário disponível compatível com o horário da monitoria possam assistir a aula quando puderem”</li> <li>● “Pode ser online”.</li> </ul>
Divulgação da monitoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Maior divulgação”</li> <li>● “Que ela seja divulgada!! Nem sabia que tinha até agora!!”</li> <li>● “Divulgação da monitoria”</li> <li>● “Mais divulgação”</li> <li>● “Mais divulgação da mesma, e mais acessibilidade dos monitores com os alunos q têm dificuldades na disciplina”.</li> <li>● “Criação de páginas em redes sociais, ou panfletos nos murais do departamento”.</li> <li>● “Uma melhora na divulgação da monitoria e tornar obrigatório a consulta com a monitoria para tirar dúvida com os monitores em um certo período do dia ou semana”.</li> </ul>
Outros	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Sendo colocada em outros setores não só no setor de matemática já que o Cálculo 1 geralmente é feito por calouros e não sabem andar muito pela UFAM, ainda mais se forem do minicampus”.</li> <li>● “Continuar com pessoas que estejam realmente dispostas a ensinar os alunos”</li> </ul>

Fonte: autor

Analisando as sugestões de docentes, discentes e monitores, e fazendo a comparação dos dados, pode-se perceber que as categorias que se repetiram em mais de um dos quadros foram: *sala de monitoria* e *divulgação*. Tanto para

os professores como para os alunos, ter uma sala dedicada exclusivamente à monitoria faria com que o desempenho tanto do monitor como do aluno avance positivamente, seja talvez pela facilidade de acesso aos monitores, pelo conforto, etc. Além disso, a divulgação da Monitoria de Cálculo I, segundo dados de alunos e monitores, precisa de um alcance maior, já que relatos como “...nem sabia que tinha até agora” deixam claro que o desconhecimento dos alunos da existência da monitoria pode ser um fator decisivo para que ela não seja procurada pelos discentes.

Nos questionários destinados aos docentes, as perguntas de categoria *sugestões* tiveram respostas repetidas. De acordo com o Professor 1, a Monitoria de Cálculo I não pode ser exclusiva de uma única turma, parecido com o que ocorre com a Monitoria do PET. Ter mais uma monitoria disponível para todas as turmas poderia ser um atenuante para o problema da disponibilidade de horários entre alunos e monitores. Além disso, o mesmo sugere que alunos de Pós Graduação possam atuar como monitores de Cálculo I, assim como acontece na IES apresentada por Felicetti, Gomes e Fossatti (2013). Embora esse estudo não deixe claro que um monitor formado desempenhe a função melhor que um acadêmico, um aluno de pós graduação tende a ter uma experiência maior em lecionar ou ter cursado disciplinas pedagógicas a mais que os licenciandos.

Já o Professor 2 acredita que o mais importante seria o aumento da remuneração aos alunos. É interessante notar que nenhum dos monitores chegou a citar a remuneração nas suas respostas de sugestões; já o Professor 3 tem uma sugestão mais tecnológica: a criação de um fórum de dúvidas, de forma que o monitor não fique sobrecarregados, além terem acesso à lista de exercícios, etc.

Os monitores 2 e 4 deram maior ênfase à divulgação da monitoria; enquanto o monitor 2 afirma que os professores precisam informar aos alunos sobre a existência da monitoria (assim como dito por Felicetti, Gomes e Fossatti (2013)), o outro afirma o desconhecimento dos alunos sobre a existência de outra monitoria além da disponibilizada pelo Departamento de Matemática da universidade; contudo, o monitor 3 declara que o interesse em procurar a monitoria deve vir dos alunos. O monitor 1 exclamou apenas sobre a volta da

monitoria de forma presencial (por conta da realidade pandêmica no país com relação à COVID-19).

O monitor 5 apresentou a ideia que os monitores precisam de alguma forma motivar os alunos, não os deixando se abater com o nível de exigência da disciplina, enquanto o monitor 6 acredita que, antes de exercer a função, seja necessária uma orientação aos monitores sobre o seu papel como “mediador de conhecimento” (conforme Vygotsky) e sua importância numa possível melhora de desempenho dos alunos.

Quanto aos alunos, a “sugestão” mais repetida foi a “disponibilidade de horários”. Assim como dito por Flores (2018), é importante que os horários de funcionamento da monitoria ou a disponibilidade dos monitores atenda à demanda de alunos, mesmo que, para isso, sejam necessários mais monitores por semestre. Esse problema pode estar associado tanto a um possível “choque” de horários de aula e monitoria, ou até problemas como atividades extra classe, como os alunos precisarem conciliar estudos e emprego, etc.

Outra sugestão repetida pelos alunos seria possibilidade de uma monitoria remota, ou com aulas gravadas. Isto corrobora os dados sobre preferência de modalidade da monitoria, em que aproximadamente 42,85% dos frequentes à monitoria de Cálculo admitiram preferir que a monitoria seja dividida entre presencial e remota. A exclamação de um dos alunos sobre a distância entre casa e campus contribui para que essa modalidade seja preferida por parte dos discentes.

Por fim, um aluno ressaltou a importância de o monitor estar disposto ajudar os alunos (semelhante ao que foi dito pelo monitor 6). Quatro discentes admitiram não ter nenhuma sugestão, por estarem totalmente satisfeitos com a monitoria de Cálculo I.

### 5.2.6 Síntese dos resultados

A seguir, segue um quadro síntese dos resultados e cruzamentos:

*Quadro 33: Síntese de resultados e cruzamentos*

1. Assiduidade discente				
	Discentes	Monitores	Docentes	Pontos em comum
<b>1.1 Percentual de incidência discente</b>	Presentes (44%) Ausentes (56%)	Boa (33%) Ruim (67%)		Ruim (ausentes)

<b>1.2 Percepção sobre a infrequência</b>	Não sabia onde procurar a monitoria (33%) Desconhecia a existência da monitoria (28%) Incompatibilidade de horários (33%)	Desinteresse (34%) Timidez (17%) Desistência da disciplina (17%) Desconhecimento da monitoria (17%)		Desconhecimento da monitoria
<b>1.3 Assiduidade</b>	Uma à quatro vezes (43%) Cinco à nove vezes (21%) Dez ou mais vezes (36%)	Boa (67%) Ruim (33%)		Boa (cinco ou mais vezes)
<b>1.4 Monitorias frequentadas e/ou conhecidas</b>	Dep. de Matemática (93%) PET (21%) Super (0%)		Dep. de Matemática (100%) PET (100%) Super (33%)	Dep. de Matemática PET
<b>1.5 Obstáculos na frequência à monitoria</b>	Incompatibilidade de horários (50%) Problemas com dados de internet (7%) Sem monitor disponível (7%)			
<b>1.6 Motivos para frequentar a monitoria</b>	Melhorar o entendimento na disciplina (78%) Melhorar as notas (50%) Indicação de amigos (14%) Indicação do professor (35%)			
<b>2. Benefícios da monitoria</b>				
	<b>Discentes</b>	<b>Monitores</b>	<b>Docentes</b>	<b>Pontos em comum</b>
<b>2.1 Impactos positivos aos discentes</b>	Disciplina nos estudos (43%) Desempenho em Cálculo I (79%) Desempenho nas avaliações (79%) Pontualidade (17%)	Desempenho em Cálculo I (67%) Desempenho nas avaliações (17%) Motivação nos estudos (17%) Melhoras nas notas (17%)		Desempenho em Cálculo I Desempenho nas avaliações Disciplina nos estudos Esclarecimento de dúvidas

<b>2.2 Influência na aprendizagem</b>	Boa (86%) Ruim (14%)	Esclarecimento de dúvidas (34%) Disciplina nos estudos (17%)		
<b>2.3 Esclarecimento de dúvidas</b>	Boa (86%) Ruim (14%)			
<b>2.4 Influência nas avaliações</b>	Boa (79%) Ruim (21%)			
<b>2.5 Importância na formação dos monitores</b>		Melhora da didática (67%) Aprofundamento na área (67%) Incentivo à carreira universitária (67%) Aprofundamento na disciplina (50%)		
<b>2.6 Motivos na continuidade</b>		Atividade extracurricular (67%) Remuneração (50%) Interesse pela carreira universitária (17%) Afinidade com a disciplina (17%)		
<b>2.7 Monitoria como suporte ao trabalho docente</b>			Resolução de exercícios	

### 3. Percepção sobre a monitoria

Subcategorias	Discentes	Monitores	Docentes	Pontos em comum
<b>3.1 Atributos necessários para a monitoria</b>		Domínio de conteúdo (67%) Paciência (50%) Disposição (50%)	Domínio de conteúdo (67%) Cumprir com os horários (67%)	Domínio do conteúdo
<b>Principal foco do monitor</b>	Revisar as aulas da disciplina de Cálculo I (36%)	Revisar as aulas da		Revisar as aulas da

	Revisar conteúdos de matemática básica e elementar (7%) Resolver exercícios de Cálculo I (43%) Tirar dúvidas pontuais (50%)	disciplina de Cálculo I (17%) Resolver exercícios de Cálculo I (67%) Tirar dúvidas pontuais (34%)		disciplina de Cálculo I Resolver exercícios de Cálculo I Tirar dúvidas pontuais
<b>Principal foco do docente</b>	Aplicação do conteúdo (78,57%) Resolução de exercícios (71,42%) Contextualização do conteúdo (50%)		Aplicação do conteúdo (100%) Resolução de exercícios (100%) Contextualização do conteúdo (100%) Demonstrações Lógicas/matemáticas (67%)	Aplicação do conteúdo Resolução de exercícios Contextualização do conteúdo
<b>Instrumentos mais utilizados pelo monitor</b>	Lista de exercícios (50%) Quadro Branco (57%)			Lista de exercícios Quadro Branco
<b>Instrumentos mais utilizados pelo professor</b>	Quadro Branco (57%) Lista de Exercícios (50%) Softwares de celular/computador (27%)			
<b>3.6 Domínio de conteúdo do monitor</b>	Bom (93%) Ruim (7%)		Bom (67%) Ruim (33%)	Bom (88%) Ruim (12%)
<b>3.7 Didática do monitor</b>	Boa (79%) Ruim (21%)			
<b>3.8 Relação discente x monitor</b>	Boa (86%) Ruim (14%)	Boa (100%) Ruim (0%)		Boa (90%) Ruim (10%)
<b>3.9 Relação docente x monitor</b>		Boa (67%) Ruim (33%)	Boa (92%) Ruim (8%)	Boa (78%) Ruim (22%)
<b>3.10 Preferência de modalidade</b>	Totalmente presencial (29%) Predominantemente presencial (21%) Dividido igualmente entre presencial e remota (43%) Totalmente remota (7%)			
<b>3.11 Interesse fora de sala de aula</b>	Estudar sozinho (57%)			

	Estudar em grupo (29%) Participar de monitoria (14%)			
<b>4. Desafios da monitoria</b>				
<b>4.1 Dificuldades enfrentadas</b>		Burocracia para obtenção de material necessário (17%) Relacionament o interpessoal (17%) Problemas com internet (17%) Sobrecarga de trabalho (17%) Acesso à internet Sem dificuldades (50%)		
<b>4.2 Reação ao desinteresse discente</b>		Conversar com o professor responsável (33%) Seguir o que vier à cabeça (34%) Conversar com o aluno (17%)		
<b>4.3 Dificuldades gerais em Cálculo I</b>		Matemática básica fraca (100%) Falta de dedicação (50%) Dificuldade de abstração (50%) Dificuldade de interpretação (50%) Falta de tempo para se dedicar à disciplina (17%) Sobrecarga de trabalho (17%)		

<b>4.4 Dificuldades conceituais em Cálculo I</b>		Funções (83%) Trigonometria (67%) Limites (67%) Álgebra (33%) Geometria (33%) Derivadas (17%) Integrais (17%)		
<b>Sugestões</b>				
<b>Horários flexíveis</b>	28%			
<b>Divulgação da monitoria</b>	28%			
<b>Salas próprias para a monitoria</b>	12%			
<b>Aulas remotas/gravadas</b>	9%			
<b>Monitoria para todos</b>	6%			
<b>Melhor remuneração</b>	3%			
<b>Alunos de pós graduação como monitores</b>	3%			
<b>Criação de fórum de dúvidas</b>	3%			
<b>Orientação aos monitores</b>	3%			

Fonte: autor

### 5.3 Design observado x design otimizado

Diante dos resultados obtidos questionários, foram destacados os principais tópicos apontados pelos respondentes, juntamente com a incidência de cada resposta, no intuito de construir um design da monitoria de Cálculo I com base na observação transversal realizada durante a investigação, além de realçar pontos em comum a cada categoria de respondente (discente, docente ou monitor).

Notou-se que as afirmações e sugestões apontadas pelos sujeitos passam pela responsabilidade não só dos monitores/orientadores, mas também do Departamento de Matemática, que tem o poder de implementar ou não melhorias. À vista desta situação, foram construídos dois quadros de *design observado x design otimizado* da monitoria de Cálculo I, com as observações pertinentes a cada um dos sujeitos destinados (monitores e Departamento de Matemática).

Após a sínteses dos resultados do questionário, mais o levantamento de documentos, foi possível destacar fatores passíveis de otimização e apresentá-los num quadro destinado ao Departamento de Matemática:

Quadro 34: Observações ao Departamento de Matemática

Método de seleção dos monitores;
Modo de monitoria (presencial, remoto ou híbrido);
Candidatos à monitoria;
Discentes beneficiados
Ferramentas;
Número de monitores

Fonte: autor

Assim, com as evidências coletadas, construiu-se um design otimizado, de forma a concluir o objetivo geral desta pesquisa:

Quadro 35: Otimização ao Departamento de Matemática

Design observado	Design otimizado
Processo de seleção: nota na disciplina + ICR	Processo de seleção: Teste de conhecimentos de Cálculo I + Entrevista
Monitoria 100% presencial (salvo situações emergenciais)	Monitoria dividida igualmente entre presencial e remota
Monitores exclusivos a uma única turma	Monitores disponíveis para todos os alunos de Cálculo I
Exclusividade a alunos da graduação	Alunos de Pós-Graduação atuando como monitores ou tutores
Dúvidas tiradas apenas por meio presencial	Fórum de dúvidas através de plataforma online (Classroom, etc)
Um monitor por orientador	Vários monitores por orientador
Monitoria exclusivamente ao vivo	Aulas gravadas para alunos ausentes
Extensões	
Fornecimento de um formulário de presença aos alunos frequentes à monitoria	
Ceder uma sala exclusiva para a monitoria de Cálculo I	
Apresentação de um guia de boas práticas para a monitoria	
Fornecimento um diário de monitoria, para registro de ocorrências	
Promoção de cursos de aprimoramento de conhecimentos didático-pedagógicos	
Link para o Guia de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I: <a href="http://surl.li/mhjia">http://surl.li/mhjia</a>	

Fonte: autor

A seguir, seguem os fatores passíveis de otimização destinados aos monitores (e orientadores):

Quadro 36: Observações aos monitores

Divulgação;
Horários;
Atividades de monitoria;
Instrumentos;
Domínio de conteúdo;
Didática

Fonte: autor

A partir dos fatores apontados, segue um quadro de design observado x design otimizado pertinente aos monitores:

Quadro 37: Otimização aos monitores

Design observado	Design otimizado
Divulgação da monitoria: exclusivamente pelas redes sociais	Divulgação da monitoria pelas redes sociais e apresentação formal do monitor em sala de aula
Horários de monitoria previamente estabelecidos	Horários de monitoria em comunhão com os discentes
Atividades de monitoria: revisão de aulas de Cálculo I; resolução de exercícios de Cálculo I; esclarecimento de dúvidas pontuais.	Atividades de monitoria: aplicação de testes de conhecimento Pré- Cálculo; revisão de conteúdos de matemática básica e elementar; revisão de aulas de Cálculo I; resolução de exercícios de Cálculo I; esclarecimento de dúvidas pontuais.
Instrumentos: quadro branco; lista de exercícios	Instrumentos: quadro branco; lista de exercícios; softwares de celular/computador
Extensões	
Controlar os discentes presentes na monitoria através de lista de frequência.	
Manter a sala de monitoria de Cálculo I sempre organizada	
Seguir as orientações do guia de boas práticas para a monitoria	
Relatar conteúdos abordados e ocorrências num diário de monitoria	
Participar de cursos de aprimoramento de conhecimentos didático-pedagógicos	
Manter contato com os monitores de outros programas para aperfeiçoamento	

Fonte: autor

#### 5.4 Guia de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I: Uma proposta metodológica com design didático-pedagógico otimizado

Natario (2001) apud Flores (2018) ressaltam a necessidade de uma orientação aos monitores, sendo a falta de direção um dos principais motivos para o insucesso de uma monitoria. Portanto, para este trabalho, com o intuito de se alcançar o objetivo de otimizar a monitoria de Cálculo I na Universidade Federal do Amazonas, foi construído um guia com instruções ao monitor da disciplina em questão, baseado na ideia da DBR (COLLINS, 1992; BROWN, 1992) e TLS (AKKER, 1999).

A UFAM disponibiliza um manual do monitor, com as orientações gerais de monitoria para os participantes, conforme a Resolução Nº 006/2013 do CEG/CONSEPE. Entretanto, o objetivo do Guia de Orientações Pedagógicas para a Monitoria de Cálculo I é orientar o Monitor de Cálculo I, de maneira direta e objetiva, ações que o este precisa tomar para potencializar os resultados da monitoria, tendo como base as evidências apresentadas nesta investigação.

Com base nos tópicos que foram apresentados no quadro 32, mais os resultados do ECP, com as dificuldades conceituais dos alunos destacadas, o

guia foi elaborado com o intuito de instruir o monitor de Cálculo I de modo prévio, no intuito de otimizar o seu tempo e seus resultados na monitoria, indicações de quais decisões ou atitudes tomar em situações que foram apresentadas por outros monitores nesta investigação, e orientações para atenuar dificuldades e temores dos discentes, seguindo as ideias de sociointeratividade de Vygotski (1991). Além disso, o guia conta com o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0, uma versão corrigida do teste utilizado nesta pesquisa com revisões dos itens de menor índice de discriminação, além da Taxonomia do teste, gabarito oficial, guia de implementação, que conta com instruções que vão desde como aplica-lo até como interpretar os resultados, através do Cálculo de *ganho normalizado* de Hake (1998) e um link para acesso ao teste no formato Formulários Google.

Este guia será disponibilizado para o Departamento de Matemática, e poderá ser adaptado conforme o desejo dos orientadores, assim como ser adequado para a monitoria de outras disciplinas, e encontra-se no Apêndice 9 deste trabalho.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo desta pesquisa, foi possível perceber uma similaridade de resultados com o que foi coletado na revisão de literatura, desde os hábitos dos docentes, discentes e monitores até o desempenho na disciplina de Cálculo I:

- Dificuldades com a matemática básica;
- Indisciplina quanto aos estudos;
- Baixa frequência à monitoria de Cálculo I;
- Procura da monitoria nas vésperas das provas;
- Desconhecimento da monitoria ou incompatibilidade de horários;
- Ligação entre relação monitor/discente e desempenho

Em se tratando da disciplina nos estudos e o motivo para que os discentes cheguem ao ensino superior com tantas dificuldades em conhecimentos do ensino fundamental e médio, são necessários estudos mais avançados para indicar os padrões e o nível de ensino/aprendizagem no país de forma geral; no entanto, durante a investigação, pode-se concluir que a monitoria pode não sanar, mas pelo menos atenuar estes problemas e garantir um desempenho suficientemente necessário para o sucesso na disciplina de Cálculo I.

O monitor de Cálculo, além de um “ajudante” na aprendizagem, pode também ser um conselheiro dos discentes, contando suas experiências na disciplina e no curso de forma geral, orientando-os sobre a importância da regularidade nos estudos e tornando-os estudantes autônomos, capazes até de auxiliar outros discentes e quem sabe se tornarem novos monitores desta ou de outras matérias.

Além disso, houve um destaque sobre a importância de uma sociointeratividade entre monitor e discente para o ensino e aprendizagem de cada um, dando ênfase no “não aprendido” dos discentes que tiveram um conflito com o monitor, embora o ocorrido tenha acontecido com uma minoria de discentes.

Diante dos resultados apresentados, foi possível listar uma série de indicadores e sugestões que podem servir de alerta para o Departamento de Matemática e demais programas de monitoria da Universidade Federal do Amazonas a melhorar os projetos de Monitoria:

*Quadro 38: Sugestões aos projetos de Monitoria*

Discutir a possibilidade de distribuir os monitores de forma presencial e remota
Alertar os monitores sobre as dificuldades dos alunos com conhecimentos básicos de matemática
Melhorar a divulgação da monitoria, com os orientadores e/ou monitores visitando as salas de aula
Revisar o arranjo dos horários de monitoria, de forma que não haja conflito de horários com as aulas dos discentes
Estudar o fim da “exclusividade” dos monitores do Departamento de Matemática a apenas uma única turma, deixando-os disponíveis para qualquer aluno de Cálculo I da instituição
Permitir que alunos de Pós-Graduação atuem como monitores ou supervisores da monitoria de Cálculo I
Analisar a possibilidade de melhorar a remuneração dos monitores
Criação de um fórum de dúvidas (exemplo: Google Classroom), com possibilidade de disponibilizar lista de exercícios, entre outros
Estudar a possibilidade de aumentar a quantidade de monitores, para assim aumentar os horários de disponibilidade
Discutir a possibilidade de fornecer aulas gravadas

Fonte: autor

Apesar dos problemas e sugestões dispostos na pesquisa, foi possível perceber que a monitoria teve um impacto positivo significativo no aprendizado dos discentes, como mencionados no quadro 32. Portanto, espera-se estes resultados enriqueçam a discussão sobre as monitorias nas IES brasileiras e também sirva como base de novas investigações buscando melhorias que possam otimizar os resultados da Monitoria de Cálculo na Universidade Federal do Amazonas.

### **Limitações na Pesquisa**

Como explicitado no capítulo 4, ocorreram contratemplos que dificultaram ou impediram que os planos iniciais do projeto de pesquisa fossem executados da forma planejada, principalmente por conta da pandemia de COVID-19. Inicialmente, foi introduzida uma meta de executar o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo no modelo *Projeto grupo de controle não equivalente (pré-teste e pós-teste)* (CRESWELL 2007), com os testes sendo aplicados no começo e no final do semestre; entretanto, a falta de resposta dos sujeitos de pesquisa impediu que pudesse ter sido realizado um novo teste ao final da disciplina, o que acabou tornando a investigação um modelo de *Estudo de caso único*.

Além disso, pretendia-se realizar a aplicação do questionário com os três grupos ao mesmo tempo, mas as constantes mudanças entre “modo presencial e remoto” ocorridas durante a pandemia, exigiu uma demanda de tempo maior para a organização de um modo seguro para a execução desta etapa da pesquisa, além de que uma revisão nos instrumentos constatou que havia poucos itens destinados às questões didático-pedagógicas nos questionários dos discentes e docentes. A demora do contato, assim como na aplicação destes instrumentos, impediu que pudesse ser realizadas em tempo hábil as entrevistas programadas inicialmente, que serviriam para complementar os resultados obtidos com os questionários.

### **Sugestões**

Como a pesquisa baseada em design sugere, é preciso fazer novas aplicações e novas avaliações no intuito de aprimorar o design construído. Como sugestão para futuros pesquisadores, recomenda-se:

- Realização da pesquisa de forma presencial em sua totalidade, pois o contato em pessoa com os sujeitos da pesquisa os convencerá a continuar cooperando com a investigação. Assim, ao planejar um *Projeto grupo de controle não equivalente (pré-teste e pós-teste)*, as chances do número de participantes ao final da etapa diminuir drasticamente são menores. Outro motivo para a realização de forma presencial é uma garantia maior que não haverá cola durante o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo, além de possibilitar um maior número de participantes, desde que haja uma boa capacidade de persuasão do pesquisador.

- Elaboração de perguntas voltadas à: forma como foram selecionados os monitores; desempenho dos alunos não frequentes na disciplina de Cálculo I; histórico escolar antes da graduação (escola pública ou particular, desempenho em matemática, etc); entre outras;
- Comparar os relatos em relação aos cursos, já que alguns possuem o benefício de um monitor próprio, e outros não;
- Fazer um levantamento dos números de aprovação e reprovação na disciplina nos últimos anos;
- Realização de entrevistas semiabertas, pois nem todos terão disposição para responder de forma detalhada a questões abertas nos questionários, e assim, obter respostas mais ricas.

## **CONCLUSÃO**

Durante a investigação, pode-se tirar conclusões a respeito das dificuldades conceituais dos discentes de Cálculo I na Universidade Federal do Amazonas, tanto através do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo como com os questionários, que são basicamente os conhecimentos de função e matemática básica, corroborando com os resultados de Cavasotto e Viali (2011) e Pereira (2009). Assim, o primeiro objetivo específico da pesquisa foi concluído.

Além disso, nos relatos dos questionários, foi possível averiguar a importância da Monitoria de Cálculo I não só no desempenho dos discentes na em Cálculo, como também na disciplina quanto aos estudos. Quanto aos professores e monitores, ambos demonstraram reconhecer o papel do monitor como mediador do conhecimento. Estes resultados concluem o segundo objetivo específico do trabalho.

Ao destacar as boas (e más) práticas pedagógicas dos monitores através dos relatos e do levantamento de documentos, foi possível construir um design didático-pedagógico da monitoria de Cálculo I de maneira geral e, assim, elaborar um guia de boas práticas aos monitores da disciplina, cumprindo com o terceiro e quarto objetivo específico da investigação.

Após evidenciar as principais características da monitoria de Cálculo e com o guia de boas práticas pronto, foi elaborado um redesign da monitoria (quadros 35 e 36), otimizando o que já estava sendo implantado e sugerindo novas práticas, concluindo assim o objetivo geral deste trabalho.

Apesar dos problemas e sugestões dispostos na pesquisa, foi possível perceber que a monitoria teve uma influência positiva no aprendizado dos discentes, além de servir como uma forma de aprimorar a experiência dos monitores durante a graduação, fazendo-os se identificar com a carreira escolhida.

Entretanto, notou-se uma certa “desvalorização” do papel do monitor por parte de alguns participantes e até pelo Departamento de Matemática, desde a visão do próprio como um simples “ajudante” que “resolve exercícios” ou auxilia em “revisões para avaliações” até na restrição da monitoria a poucas turmas. A partir dos resultados apresentados, a monitoria da disciplina serve não apenas para “ajudar os alunos a passar em Cálculo”, mas como uma forma de fugir da maneira tradicional que a disciplina é ministrada em sala.

Assim, espera-se que estes resultados enriqueçam a discussão sobre as monitorias nas IES brasileiras e também sirvam como base de novas investigações buscando melhorias que possam otimizar os resultados da Monitoria de Cálculo I no Brasil, e em especial na Universidade Federal do Amazonas.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M.; MASETTO, M. **O professor universitário em sala de aula**. [s.l.] Associados, 1989.
- AKKER, J. Principles and methods of development research. Em: **The Design methodology and developmental research in education and training**. [s.l.] Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 1–14.
- ARMSTRONG, B. K.; WHITE, E.; SARACCI, R. **Principles of exposure measurement in epidemiology**. Oxford: [s.n.].
- ASPURO, O.; BAARES, J.; DOLMAT, G. Mathitude: Mathematical Concept Knowledge and Attitudes and Perceptions in Precalculus and Calculus I. **Dimensions**, v. 19, p. 146–150, 2017.
- BALDINO, R. **Desenvolvimento de essências de Cálculo Infinitesimal**. Rio de Janeiro: MEM/USU, 1998.
- BARBIER, J.-M.; LESNE, M. **L'analyse des besoins en formation**. Paris: R. Jauze, 1977.
- BARBOZA, M.; LIMA, M. M. **O Avanço que a Monitoria Proporciona ao Aprendizado de Cálculo**. Jornada Científica e de Extensão. **Anais...2017**.
- BARDIN, LAURENCE. **Análise de conteúdo**, 1977.
- BARUFI, M. C. B. **A construção / negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**, 1999.
- BERSCH, M.; NASCIMENTO, S.; BACKENDORF, V. Sistemas recomendadores de conteúdo como nas disciplinas de cálculo. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, p. 70–82, 2015.
- BORGATTO, A.; ANDRADE, D. Análise clássica de testes com diferentes graus de dificuldade. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 23, p. 146–156, 2012.
- BRAGA, M. **Escala de Proficiências em Concepções Térmicas: Diagnóstico Psicométrico de Estudantes em Portugal e Brasil**. Tese de doutorado—Coimbra: Universidade de Coimbra, jun. 2018.
- BRASIL. **LEI Nº 5.540, de 28 de novembro de 1968**. , 1968.
- BREIDENBACH, D. et al. Development of the process conception of function. **Educational Studies in Mathematics**, v. 23, p. 247–285, 1992.

BROWN, A. L. Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. **Journal of the Learning Sciences**, v. 2, n. 2, p. 141–178, 1992.

BRUSCATO, W. **Tradução, validade e confiabilidade de um inventário de avaliação de relações objetais (BORRTI-FORMA O)**. Tese de doutorado—São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 1998.

CABRERA, L. C. et al. Monitorias nos cursos iniciais de cálculo: um olhar sobre os resultados a partir de dados estatísticos. (ULBRA, Ed.) **VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática. Anais...**Rio Grande do Sul: 2013.

CÁCERES, F. R. **A importância e as contribuições da monitorias nos cursos de engenharia da UTFPR**. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

CARLSON, M. **Obstacles for college algebra students in understanding functions: What do high performing students really know?** American Mathematical Association of Two-Year Colleges Review. **Anais...**1997.

CARLSON, M. **A cross-sectional investigation of the development of the function concept**. Conference Board of the Mathematical Sciences. **Anais...**1998.

CARLSON, M. et al. Applying covariational reasoning while modeling dynamic events: A framework and a study. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 33, p. 352–378, 2002.

CARLSON, M.; OEHRMAN, M.; ENGELKE, N. The precalculus concept assessment: A tool for assessing students' reasoning abilities and understandings. **Cognition and Instruction**, v. 28, n. 1, p. 113–145, 2010.

CAVASOTTO, M.; VIALI, L. Dificuldades na aprendizagem de cálculo: o que os erros podem informar. **BOLETIM GEPEM**, v. 59, 2011.

CERDÁ, E. **Psicometria General**. [s.l.] Editorial Herder, 1978.

COLES, C.; HOLM, H. Learning in medicine: Towards a theory of medical education. **Learning in medicine**, p. 189–209, 1993.

COLLINS, A. Toward a design science of education. Em: IN SCANLON, E.; O'SHEA, T. (Eds.). **New directions in educational technology**. Berlin: Berlin: Springer-Verlag., 1992.

- COLLINS, A.; JOSEPH, D.; BIELACZYK, K. Design research: Theoretical and methodological issues. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, p. 15–42, 2004.
- CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa**. 2ª ed. São Paulo: Artmed Editora S/A, 2007.
- DANTAS, O. M. Monitoria: fonte de saberes à docência superior. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 95, n. 241, p. 567–589, 2014.
- DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5–8, 1 jan. 2003.
- DONEL, M. **Dificuldades De Aprendizagem Em Cálculo E a Relação Com O Raciocínio**. Marília: UNESP, 2015.
- DRLIK, D. I. **Student understanding of function and success in calculus**. [s.l.] Boise State University, 2015.
- DUBINSKY, E.; HAREL, G. The nature of the process conception of function. **Mathematical Association of America Notes**, v. 25, p. 85–106, 1992.
- EBEL, R. Procedures for the analysis of classroom tests. **Educational and Psychological Measurement**, v. 14, n. 2, p. 352–364, 1954.
- EPSTEIN, J. The Calculus Concept Inventory—Measurement of the Effect of Teaching Methodology in Mathematics. **Notices of the American Mathematical Society**, v. 60, n. 08, p. 1018, 1 set. 2013.
- ERTHAL, T. **Manual de Psicometria**. 7. ed. [s.l.] Jorge Zahar, 1987.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática**. 5ª ed. Campinas - SP: Unicamp, 2011.
- FEDERIGHI, M. **Monitoria na 5ª série: uma proposta pedagógica**. Dissertação de mestrado—São Paulo: USP, 1989.
- FELICETTI, V. L.; GOMES, K. A.; FOSSATTI, P. **Acadêmicos que Frequentam a Monitoria: Comprometimento e Aprovação.pdf**. 3º Congresso CLABES. **Anais...2013**.
- FERNANDES, C. S.; PRADO, M. A. DO; ROCHA, E. C. R. **Monitoria geral 2017.2 – Cálculo 1**. Seminário de Projetos de Ensino. **Anais...2018**.

- FLORES, J. B. **Monitoria de cálculo e processo de aprendizagem: perspectivas à luz da sociointeratividade e da teoria dos três mundos da matemática**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- FLORES, J. B.; LIMA, V. M. DO R.; FONTELLA, C. R. DE F. Análise das monitorias de Cálculo e de Física: um estudo de caso em cursos de Engenharia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1,2, p. 47–63, 2017.
- FLORES, J. B.; LIMA, V. M. DO R.; MÜLLER, T. J. A monitoria de Cálculo e a formação do professor de engenharia. **VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA ULBRA**, p. 10, 2017.
- FOGARTY, J. L.; WANG, M. C. An Investigation of the Cross-Age Peer Tutoring Process: Some Implications for Instructional Design and Motivation. **The Elementary School Journal**, v. 82, n. 5, p. 450–469, 1982.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? (Crisis in science teaching?). **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109–123, 2003.
- FRISON, M. Monitoria: uma modalidade de ensino que potencializa a aprendizagem colaborativa e autorregulada. **Pro-Posições**, v. 27, p. 133–153, 2016.
- GARTON, A. **Social interaction and the development of language and cognition**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1992.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2008.
- GOMES, K. A. **Indicadores de permanência na educação superior: o caso da disciplina de cálculo diferencial e integral I**. [s.l: s.n.].
- GOODE, W.; HATT, P. **Métodos em Pesquisa Social**. 5ª ed. São Paulo: Nacional, 1979.
- GREENE, M.; SHORTER, P. Building Conceptual Understanding in Precalculus. **Transformative Dialogues: Teaching & Learning Journal**, v. 6, 2012.
- HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, jan. 1998.

- HALLOUN, I.; HESTENES, D. Common sense concepts about motion. **American Journal of Physics**, v. 53, p. 1056–1065, 1985.
- HASAN, S.; BAGAYOKO, D.; KELLEY, E. L. Misconceptions and the certainty of response index (CRI). **Physics Education**, v. 34, n. 5, p. 294–299, 1999.
- HESTENES, D.; WELLS, M. Mechanics Baseline Test. **The Physics Teacher**, v. 30, p. 159–169, 1992.
- INEP. **Guia de Elaboração e Revisão de Itens**. Brasília: 2010
- JENSEN, T. A. **A study of the relationship between Introductory Calculus students' understanding of function and their understanding of limit**. Bozeman: Montana State University, 2009.
- JONES, B. **A Psychometric Analysis of the Precalculus Concept Assessment**. Utah: Brigham Young University, 2021.
- KARIOTOGLOU, P.; TSELFES, V. Science Curricula: Epistemological, Didactical and Institutional Approach. **Epitheorisi Fisikis**, v. 31, p. 9–28, 2000.
- KETELE, J.-M.; ROEGIERS, X. **Metodologia da Recolha de Dados**. 1. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.
- KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 01, 17 ago. 2017.
- LEFRANÇOIS, G. R.; MAGYAR, V.; LOMÔNACO, J. **Teorias da Aprendizagem: O que a Velha Senhora disse**. 5ª ed. [s.l.: s.n.].
- LIJNSE, P. Methodological aspects of design research in physics education. Em: KORTLAND, K.; KLAASSEN, K. (Eds.). **Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education**. [s.l.] CDBeta Press, 2010. p. 144–155.
- LIJNSE, P.; KLAASSEN, K. Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? **International Journal of Science Education**, v. 26, p. 537–554, 2004.
- LIMA, R. **Equações Algébricas No Ensino Médio: Uma Jornada Por Diferentes Mundos Da Matemática**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, p. 515–535, 2004.

MENEZES, P.; NASCIMENTO, A. Validade e confiabilidade das escalas de avaliação em Psiquiatria. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 1, p. 23–28, 2000.

MEYLANI, R.; TEUSCHER, D. **Precalculus Concept Assessment: A predictor of a Calculus AB and BC scores**. (L. Wiest, T. Lamberg, Eds.) Proceedings of the thirty-third annual conference of the North American chapter of the international group for the psychology of mathematics education. **Anais...**Reno: University of Nevada, 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/317348946>>

MONROE, P. **História da Educação**. 10ª ed. São Paulo: Nacional, 1974.

MORAES, A. C. DE. Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Monitoria de Cálculo I. **Revista Interdisciplinar Aplicada**, v. V. 5, p. 28–38, 2011.

MÜLLER, T. J. **Objetos de aprendizagem multimodais e o Ensino de Cálculo: uma proposta baseada em análise de erros**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

NATARIO, E. G. **Programa de Monitores para Atuação no Ensino Superior - Proposta de Intervenção**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 13 jul. 2001.

NEVES, F. **O método lancasteriano e o ensino da ordem e da disciplina para os soldados do império brasileiro**. (ANPED, Ed.)ANPED. **Anais...**Porto Alegre: 2007.

O'DONNELL, A. M. et al. The effects of monitoring on cooperative learning. **Journal of Experimental Education**, v. 54, n. 3, p. 169–173, 1986.

OLIVEIRA, A.; BORGES, P. **Contribuições do projeto de monitoria para o processo de ensino-aprendizagem no ensino de matemática**. 3º CONAPESC. **Anais...**2018.

OLIVEIRA, M. C. A. DE; RAAD, M. R. A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de Cálculo. **Boletim Gepem**, v. 61, p. 125–137, 2012.

OLIVEIRA, W.; RODRIGUES, J.; DANTAS, J. **Relevância e resultados da monitoria de Cálculo I e II.pdf**. (Unifesp, Ed.) Seminário de Projetos de Ensino. **Anais...**set. 2017.

PASQUALI, L. **Psicometria: Teoria dos Testes na Psicologia e na Educação**. [s.l.] Vozes, 2017.

PEREIRA, V. **Cálculo no Ensino Médio: Uma Proposta para o Problema da Variabilidade**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

PINTO, A. **Fallas do throno, desde o anno de 1823 ate o anno de 1872, acompanhadas dos respectivos votos de graças da Camara Temporaria e de diferentes informações e esclarecimentos**. Rio de Janeiro: [s.n.]. v. 1

PITON-GONÇALVES, J.; ALMEIDA, A. M. Análise da dificuldade e da discriminação de itens de Matemática do ENEM. **Revista Eletrônica da Matemática**, v. 4, p. 38–53, dez. 2018.

POLYA, G. A Arte de Resolver Problemas. **Interciência**, v. 2, p. 12, 1978.

PRADO JR, C. **Formação do Brasil contemporâneo**. 10<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1979.

RABELO, M. Avaliação Educacional: fundamentos, metodologia e aplicações no contexto brasileiro. **SBM - Sociedade Brasileira de Matemática**, v. 1<sup>a</sup> Ed., 2013.

RAFAEL, R.; ESCHER, M. A. **Evasão, baixo rendimento e reprovações em Cálculo Diferencial e Integral: uma questão a ser discutida**. VII Encontro Mineiro de Educação Matemática. **Anais...**2015.

REZENDE, W. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica**. São Paulo: Universidade de São Paulo, maio 2003.

RICHEY, R.; KLEIN, J.; NELSON, W. Development research: studies of instructional design and development. Em: JONASSEN, D. (Ed.). **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**. [s.l.] New Jersey: LEA., 2004.

SANTOS, R. **Contribuições do curso de nivelamento em matemática na disciplina de Cálculo I**. Manaus: UFAM, 2018.

SANTOS, R. M.; NETO, H. B. **Avaliação do desempenho no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I (o caso da UFC)**. Ceará: 2005

SARTES, L.; SOUZA-FORMIGONI, M. Avanços na Psicometria: Da Teoria Clássica dos Testes à Teoria de Resposta ao Item. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 26, p. 241–250, 2013.

- SILVA, C. M. S. **A faculdade de filosofia, ciências e letras da USP e a formação de professores de matemática.** Reunião Anual da ANPED. **Anais...**2000. Disponível em: <[http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_23/faculdade\\_filosofia.pdf](http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_23/faculdade_filosofia.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2022
- SMOLE, K.; DINIZ, M. **Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática.** [s.l.] Artmed, 2009.
- SOBRAL, D. Grupo Pequeno sob Tutoria Estudantil na Aprendizagem Baseada em Problemas: Fatores e Desfechos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 11, p. 61–65, 1995.
- STEINBACH, G. **Fundamentos históricos e teórico-metodológicos da monitoria: um estudo de caso dessa práxis na UFSC.** X ANPED Sul. **Anais...**2014.
- STEINBACH, G. **A monitoria no ensino superior: um estudo de caso na UFSC.** Florianópolis: UFSC, 2015.
- STEWART, JAMES. **Cálculo Volume 1 - Tradução da 6ª edição norte-americana.** 6ª ed. [s.l.] Cengage Learning Edições Ltda, 2010.
- STRAUSS, M.; SMITH, G. Construct validity: Advances in theory and methodology. **Annual Review of Clinical Psychology**, v. 5, p. 1–25, 2009.
- TALL, D. **How humans learn to think mathematically: exploring the three words of mathematics.** [s.l.] Cambridge University Press, 2013.
- THOMPSON, W.; CARLSON, M.; SILVERMAN, J. The design of tasks in support of teachers' development of coherent mathematical meanings. **Journal of Mathematics Teacher Education**, v. 10, p. 415–432, 2007.
- TOPPING, J. The Effectiveness of Peer Tutoring in Further and Higher Education: A Typology and Review of the Literature. **Higher Education**, v. 32, n. 3, p. 321–345, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. **Edital N° 60/2021.** Brasil, nov. 2021. Disponível em: <[https://sei.ufam.edu.br/sei/publicacoes/controlador\\_publicacoes.php?acao=publicacao\\_visualizar&id\\_documento=879219&id\\_orgao\\_publicacao=0](https://sei.ufam.edu.br/sei/publicacoes/controlador_publicacoes.php?acao=publicacao_visualizar&id_documento=879219&id_orgao_publicacao=0)>. Acesso em: 13 jan. 2022

VACCARI, A.; PACHECO, E. **O método de exaustão em textos de história da matemática**. Encontro Regional dos Estudantes de Matemática do Sul. **Anais...**Curitiba - PR: 2011.

VENDRAMINI, C.; NATARIO, G. **Motivos e dificuldades para o exercício da função de monitor na USF**. Anais do 1º Congresso de Pesquisa e Extensão. Bragança Paulista. **Anais...**Bragança Paulista: Universidade de São Francisco, 1998.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Rev SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383–386, 2007.

VICENZI, C. B. et al. A MONITORIA E SEU PAPEL NO DESENVOLVIMENTO DA FORMAÇÃO ACADÊMICA. **Revista Ciência em Extensão**, v. 12, p. 88–94, 2016.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 4ª Brasileira ed. São Paulo: 1993.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. [s.l.] Martins Fontes, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2ª ed. [s.l.] Bookman, 2001.

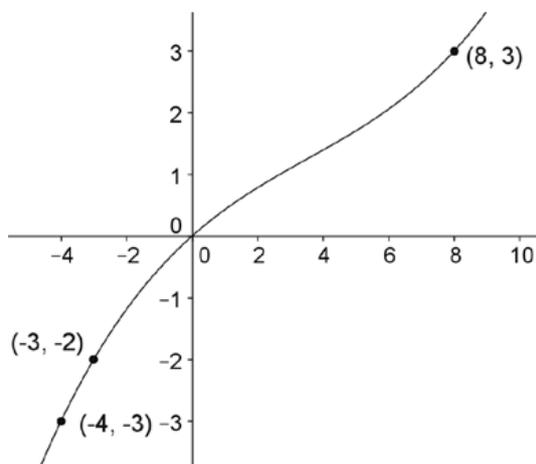
## APÊNDICES

### Apêndice 1: Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 1.0

1) Dada a função  $f$  definida por  $f(x) = 3x^2 + 2x - 4$ , descreva  $f(x + a)$ :

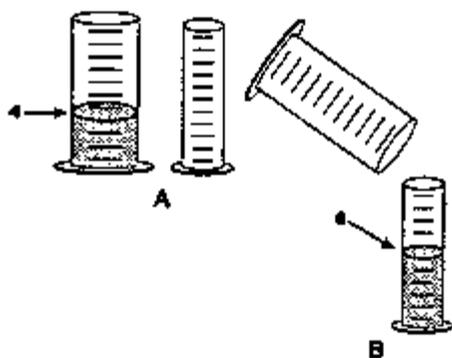
- a)  $3a^2 + 2a - 4$
- b)  $3x^2 + 3a^2 + 2x + a - 4$
- c)  $3x^2 + 2ax + 3a^2 + 2x + a - 4$
- d)  $3x^2 + 2ax + 3a^2 + 2x + 2a - 4$
- e) N.D.A ✓

2) Use o gráfico para encontrar o valor de  $x$  em  $f(x) = -3$



- a)  $x = -4$  ✓
- b)  $x = -3$
- c)  $x = -2$
- d)  $x = 8$
- e)  $x = 3$

3) Abaixo estão os desenhos de um largo e estreito cilindro. Os cilindros têm marcas igualmente espaçadas neles. A água é despejada no cilindro largo até a quarta marca (ver A). Essa água sobe até a sexta marca quando despejada no cilindro estreito (ver B). Ambos os cilindros são esvaziados e a água é despejada no cilindro estreito até a 11ª marca. A que altura essa água subiria se fosse despejada no cilindro largo e vazio?



a)  $\frac{22}{3}$  ✓

b) 21

c)  $\frac{33}{2}$

d) 11

e) N.D.A

4) Escolha uma fórmula que defina a área de um quadrado,  $A$ , em termos de seu perímetro,  $P$ .

a)  $A = \frac{P^2}{4}$

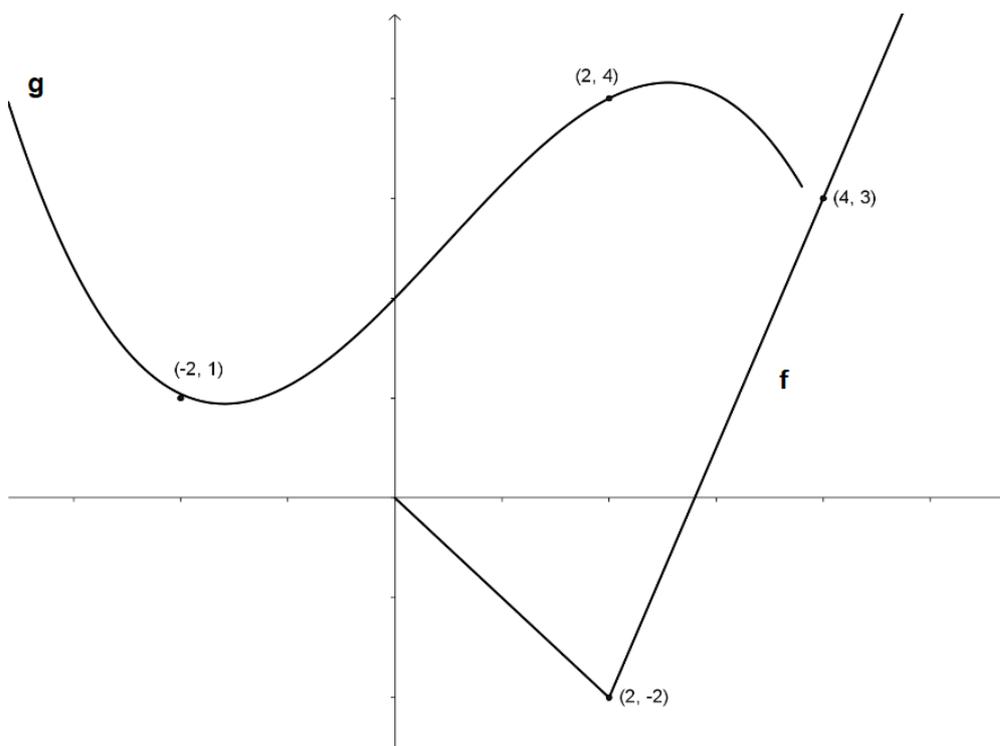
b)  $P = \sqrt{16A}$

c)  $A = \frac{1}{4}P^2$

d)  $A = \left(\frac{P}{4}\right)^2$  ✓

e) N.D.A

Esta figura se refere às questões 5a e 5b



5a) Use os gráficos de  $f$  e  $g$  acima para encontrar  $g(f(2))$ .

- a) 1 ✓
- b) 3
- c) 4
- d)  $-2$
- e) N.D.A

5b) Calcule  $f(2) - g(0)$ .

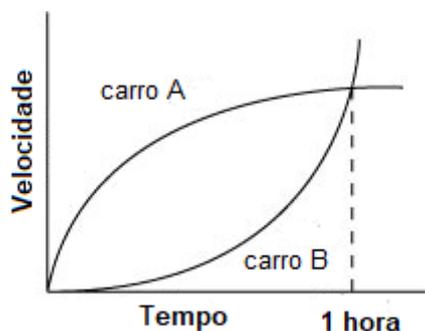
- a)  $-4$  ✓
- b) 0
- c) 4
- d) 2
- e) N.D.A

6) O modelo para o número de bactérias em uma cultura foi atualizado de  $P(t) = 7(2)^t$  para  $P(t) = 7(3)^t$ , onde  $t$  é medido em dias. Que implicações você pode tirar desse novo modelo? (Escolha uma resposta abaixo)

- a) O número final de bactérias é três vezes maior do que o valor inicial.

- b) O número inicial de bactérias é 3.
- c) O número de bactérias triplica a cada dia. ✓
- d) A taxa de crescimento das bactérias na cultura é de 30% ao dia.
- e) N.D.A

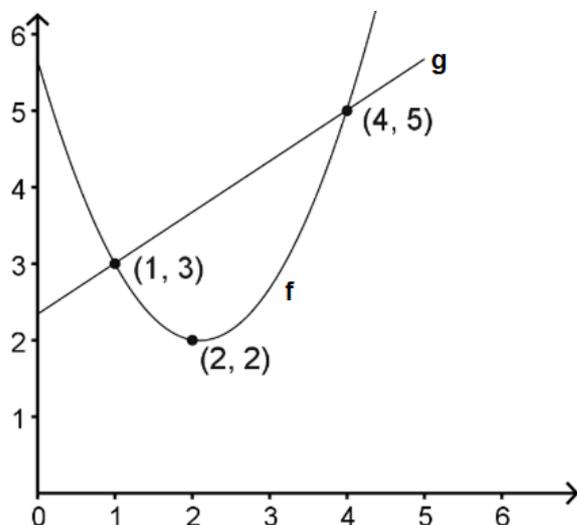
7) O gráfico abaixo mostra a velocidade de dois carros durante o período de uma hora. Suponha que os carros partam no mesmo ponto e ao mesmo tempo e estejam viajando na mesma direção.



Qual é a relação entre a posição do carro A e do carro B em  $t = 1$  hora?

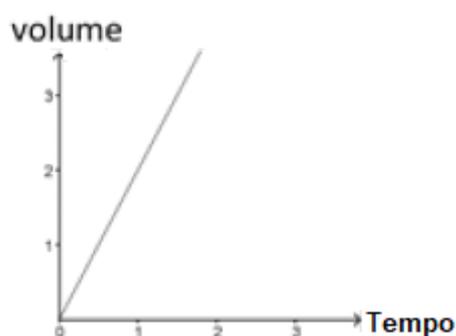
- a) Os carros A e B estão na mesma posição
- b) O carro A está à frente do carro B ✓
- c) O carro B está à frente do carro A
- d) Não é possível determinar a posição dos carros

8) Use os gráficos de  $f$  e  $g$  abaixo para encontrar os valores de  $x$  para os quais  $g(x) > f(x)$ .



- a)  $[1,4]$  ou  $1 \leq x \leq 4$
- b)  $(3,5)$  ou  $3 < x < 5$
- c)  $[3,5]$  ou  $3 \leq x \leq 5$
- d)  $(1,4)$  ou  $1 < x < 4$  ✓
- e) N.D.A

9) Uma mangueira é usada para encher uma piscina rasa vazia. O gráfico abaixo mostra o volume (em galões) na piscina em função do tempo (em minutos). Defina uma fórmula para calcular o tempo,  $t$ , em função do volume,  $v$ .



- a)  $v(t) = at$
- b)  $v(t) = at + b$
- c)  $t(v) = av, a \geq 1$
- d)  $t(v) = av, a < 1$
- e) N.D.A ✓

10) A distância  $s$  (metros) percorrida por um carro se movendo em linha reta é dada pela função,  $s(t) = t^2 + t$ , onde  $t$  é medido em segundos. Encontre a velocidade média, em metros, para o período de tempo de  $t = 1$  a  $t = 4$ .

- a)  $v_m = \frac{22}{3} m/s$
- b)  $v_m = 20 m/s$
- c)  $v_m = 6 m/s$  ✓
- d)  $v_m = 2 m/s$
- e)  $v_m = \frac{11}{2} m/s$

Esta tabela se refere às questões 11.a e 11.b

$x$	$f(x)$	$g(x)$
-2	0	5
-1	6	3
0	4	2
1	-1	1
2	3	-1
3	-2	0

11a) Dada a tabela acima, determine  $f(g(3))$

- a) 4 ✓
- b) 5
- c) 0
- d) -2
- e) N.D.A

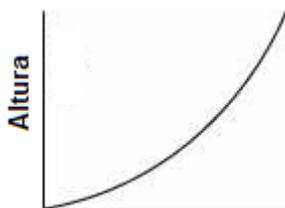
11b) Determine  $g^{-1}(-1)$

- a) 1
- b) 2 ✓
- c) 3
- d) 1/3
- e) N.D.A

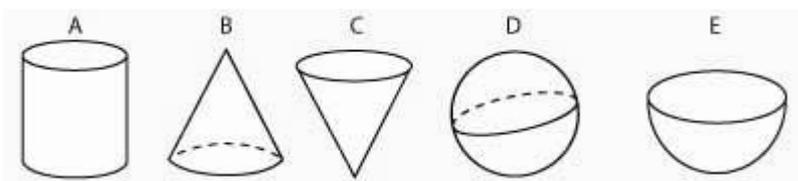
12) Dado que  $f$  é definido por  $f(t) = 100t$ , defina a formula de  $f^{-1}$

- a)  $t = 100f(t)$
- b)  $f^{-1}(t) = -100t$
- c)  $f^{-1}(t) = \frac{1}{100t}$
- d)  $f^{-1}(t) = \frac{1}{100}t$  ✓
- e) N.D.A

13)



O gráfico acima representa a altura da água em função do volume conforme a água é despejada em um recipiente. Qual contêiner é representado por este gráfico?



- a) A
- b) B ✓
- c) C
- d) D
- e) E

14) Dadas as funções  $h(x) = 3x - 1$  e  $g(x) = x^2$ , encontre  $g(h(2))$ .

- a) 13
- b) 11
- c) 25 ✓
- d) 1
- e) N.D.A

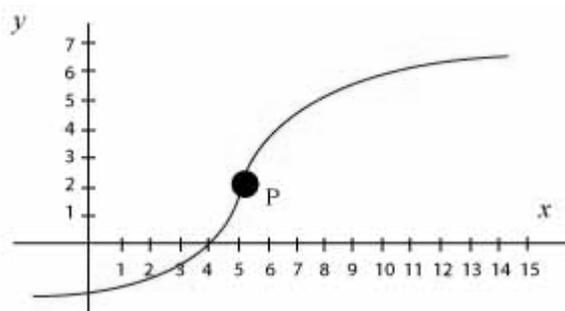
15) Uma bola é lançada em um lago, criando uma ondulação circular a uma velocidade de  $5\text{cm/s}$ . Expresse a área  $A$  do círculo em função do tempo ( $t$ ).

- a)  $25\pi t$
- b)  $\pi t^2$
- c)  $25\pi t^2$  ✓
- d)  $5\pi t^2$
- e)  $10\pi t$

16) A comissão de jogo da vida selvagem despejou 5 latas de peixes (cada uma pode conter aproximadamente 100 peixes) no lago de um fazendeiro. A função  $N$  definida por  $n(t) = \frac{600t+5}{0,5t+1}$  representa o número aproximado de peixes no lago como uma função do tempo (em anos). Qual das opções a seguir melhor descreve como o número de peixes no lago muda com o tempo?

- a) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 500.
- b) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 1.200. ✓
- c) O número de peixes fica menor a cada ano, mas não fica menor que 500.
- d) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 600.
- e) O número de peixes fica menor a cada ano, mas não fica menor que 1200.

17) Usando o gráfico abaixo, explique o comportamento da função  $f$  no intervalo de  $x = 5$  a  $x = 12$ .



- a) Aumentando em uma taxa crescente.
- b) Aumentando em uma taxa decrescente. ✓
- c) Aumentando a uma taxa constante.
- d) Diminuindo em uma taxa decrescente.
- e) Diminuindo em uma taxa crescente.

18) Se  $S(m)$  representa o salário (por mês) de um funcionário após  $m$  meses de trabalho, descreva o que representaria a função  $R(m) = S(m + 12)$ .

- a) Salário após  $m + 12$  meses de trabalho. ✓
- b) 12 reais a mais que o salário  $S(m)$ .

- c)  $12x$  o salário  $S(m)$ .
- d) Salário  $S(m)$  de um ano de trabalho.
- e) N.D.A

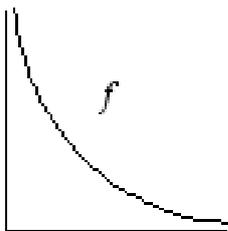
19) Qual é o domínio da função  $f(x) = \frac{\sqrt{x+2}}{x-1}$ ?

- a)  $\{x \neq 1\}$
- b)  $\{x \geq -2\}$
- c)  $\{x \geq -2, x \neq 1\}$  ✓
- d)  $\{x > -2, x \neq 1\}$
- e) N.D.A

20) Um cartão de crédito aumenta seu valor de acordo com a função,  $b(t) = \frac{5}{2}t + 100$ , onde  $b$  é o valor do cartão (em reais) e  $t$  é o tempo (em anos) desde a compra do cartão. Qual das seguintes opções descreve o que  $\frac{5}{2}$  significa na situação?

- I. O valor dos cartões aumenta em R\$ 5,00 a cada 2 anos.
  - II. A cada ano o valor dos cartões é 2,5 vezes maior que no ano anterior.
  - III. O valor dos cartões aumenta em  $\frac{5}{2}$  reais a cada ano.
- a) Somente I. está correta
  - b) Somente II. está correta
  - c) Somente III. está correta
  - d) II. e III. estão corretas
  - e) I. e III. estão corretas ✓

21) Uma função  $f$  é definida pelo gráfico a seguir. Qual das alternativas a seguir descreve melhor o comportamento de  $f$ ?



- I. Conforme o valor de  $x$  aumenta, o valor de  $f$  aumenta.
  - II. Conforme o valor de  $x$  aumenta, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
  - III. Conforme o valor de  $x$  se aproxima de 0, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
- a) Somente I. está correta
  - b) Somente II. está correta ✓
  - c) Somente III. está correta
  - d) II. e III. estão corretas
  - e) I. e III. estão corretas

22) Qual das opções a seguir descreve melhor a função  $f$  definida por,  $f(x) =$

$$\frac{x^2}{x-2}?$$

- I. Conforme o valor de  $x$  fica muito grande, o valor de  $f$  se aproxima de 2.
  - II. À medida que o valor de  $x$  fica muito grande, o valor de  $f$  aumenta.
  - III. Conforme o valor de  $x$  se aproxima de 2, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
- a) Somente I. está correta
  - b) Somente II. está correta ✓
  - c) Somente III. está correta
  - d) II. e III. estão corretas
  - e) I. e II. estão corretas

## Apêndice 2: Taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo

<p><b>Habilidades de raciocínio</b></p> <p><b>R1</b> Ver a função como um processo.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualizar a fórmula, o gráfico e a tabela de uma função, definindo relações que aceitam entrada e produzem saída.</li> </ul>           (Itens: 1, 2, 5a, 5b, 6, 7, 8, 11a, 11b, 12, 14, 18, 19).</p> <p><b>R2</b> Aplicar raciocínio covariacional.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenar duas quantidades variáveis que mudam paralelamente, enquanto observa como as quantidades mudam em relação uma à outra.</li> </ul>           (Itens: 4, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22).</p> <p><b>R3</b> Envolver-se em raciocínios proporcionais.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variar as medidas de duas grandezas e reconhecer que elas estão proporcionalmente relacionadas quando as medidas das duas grandezas estão sempre na mesma proporção.</li> <li>• Reconhecer que quando as medidas de duas quantidades estão sempre em uma proporção constante, a medida de uma é sempre o mesmo múltiplo da medida da outra.</li> </ul>           (Itens: 3, 9).</p>
<p><b>Habilidades conceituais e analíticas</b></p> <p><b>C1</b> Avaliar e interpretar as informações da função de acordo com a fórmula, o gráfico e a tabela da função.            (Itens: 1, 2, 5a, 5b, 7, 8, 11a, 11b, 13, 16, 17, 19, 20, 21, 22).</p> <p><b>C2</b> Representar situações de função contextual usando notação algébrica.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar, definir e relacionar quantidades variáveis como relações de função.</li> </ul>           (Itens: 3, 4, 9, 13, 15).</p> <p><b>C3</b> Realizar operações de função e interpretar seu significado (tabela, gráfico, fórmula).  <b>C3E</b> Avaliar o valor de uma função e interpretar seu significado. (Itens: 2).  <b>C3D</b> Interpretar as restrições de domínio inerentes à função. (Itens: 19).  <b>C3A</b> Compreender e usar a aritmética de funções. (Itens: 1, 5b, 8).  <b>C3C</b> Compreender e usar a composição da função. (Itens: 5a, 11a, 14).  <b>C3I</b> Entender e usar a função inversa. (Itens: 11b).  <b>C3T</b> Entender e usar translações de função. (Itens: 18).</p> <p><b>C4</b> Compreender o significado de uma função inversa e como reverter o processo da função (tabela, gráfico, fórmula).  <b>C4E</b> Resolver equações que envolvem relacionamentos funcionais e interpretar seu significado. (Itens: 2, 5a, 5b, 11a, 14).  <b>C4IN</b> Resolver as desigualdades que envolvem relações funcionais e interpretar seu significado. (Itens: 8).  <b>C4IF</b> Determinar funções inversas e interpretar seu significado. (Itens: 11b, 12).</p> <p><b>C5</b> Interpretar e representar comportamentos de funções para vários tipos de função.  <b>C5L</b> Linear (Itens: 9, 20).  <b>C5P</b> Polinomial (Itens: 1, 7, 10, 17).  <b>C5R</b> Racional (Itens: 16, 19, 22).  <b>C5E</b> Exponencial (Itens: 6, 7).  <b>C5L</b> Logarítmica (Itens: 7).</p> <p><b>C6</b> Interpretar e representar as informações de taxa de mudança para uma função (tabela, fórmula, gráfico).  <b>C6D</b> Compreender e representar o significado da inclinação de uma função linear como crescimento aditivo. (Itens: 20).  <b>C6C</b> Interpretar e representar como as variáveis de entrada e saída mudam em conjunto. (Itens: 7, 13, 15, 16, 21).  <b>C6A</b> Determinar e entender a taxa de variação média. (Itens: 10).  <b>C6I</b> Interpretar e representar as informações de taxa de mudança em intervalos do domínio. (Itens: 13, 17).  <b>C6E</b> Compreender funções exponenciais e crescimento multiplicativo. (Itens: 7).</p>

Fonte: (DRLIK, 2015, p. 80 – 82, ADAPTADO)

**Apêndice 3: Percepção Discente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo****I**

1 - Estime quantas vezes você frequentou a monitoria.

- 0 vezes
- 1 - 4 vezes
- 5 - 9 vezes
- 10 ou mais vezes

**(Caso o respondente assinale a opção “0 vezes”, responda os itens 1.1, 1.1.1 e 1.2. Caso assinale qualquer outra opção, vá para o item 2)**

1.1 – Qual foi o principal motivo que o levou a não frequentar a **monitoria de Cálculo 1**?

- Desconhecia a existência da monitoria
- Não sabia onde procurar pela monitoria
- Incompatibilidade de horários
- Problemas com dados de internet
- Outros: \_\_\_\_\_

**Caso o respondente assinale a opção “outros”**

1.1.1 – Descreva o motivo pelo qual não frequentou a monitoria.

1.2 – Dê sugestões para que a monitoria tenha uma frequência de alunos maior.

2 – Qual(is) dessas monitorias você chegou a frequentar (você pode escolher mais de uma alternativa):

- Monitoria do Departamento de Matemática
- Monitoria do projeto Super
- Monitoria do Programa de Educação Tutorial (PET)

2.1 – Caso tenha frequentado mais de uma monitoria, qual foi a sua preferida e por que (caso tenha frequentado apenas uma, responda “não”)?

3 – Quais motivos o levaram a **buscar o auxílio da monitoria de Cálculo I** (você pode escolher mais de uma alternativa)?

- Pretendia melhorar meu entendimento da disciplina
- Queria melhorar minhas notas
- Indicação de amigos

Indicação do professor

4 – Você teve alguma dificuldade para frequentar a monitoria de Cálculo I? Se sim, qual?

Incompatibilidade de horários

Problemas com dados de internet

Outros: \_\_\_\_\_

Não tive nenhuma dificuldade

**(Caso o respondente assinale a opção “outros”)**

4.1 – Descreva qual dificuldade você enfrentou.

5 – A monitoria de Cálculo I tem provável relação de impacto nos seguintes aspectos (você pode escolher mais de uma alternativa):

Faltei menos aulas

Fui mais pontual

Estudei mais

Apreendi muito mais nesta disciplina do que nas que não tinham monitoria

Nenhuma característica relevante

5.1 – Informe quais outros aspectos positivos possuem relação com a monitoria (caso não haja nenhum, responda apenas “não”)?

6 – “A monitoria foi fundamental para a minha aprendizagem em Cálculo I”.

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

7 – “Os monitores esclareceram todas as minhas dúvidas conceituais da disciplina de Cálculo I”.

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

8 – “A monitoria foi fundamental para o meu desempenho quanto as notas na disciplina de Cálculo I”.

Discordo totalmente

- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

9 – “Tive uma excelente relação pessoal com os monitores”.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

10 - Quais eram as funções do monitor de Cálculo I nos encontros de monitoria (você pode escolher mais de uma alternativa)?

- Revisar as aulas da disciplina Cálculo I
- Revisar conteúdos de Matemática Básica e Elementar (pré-requisitos para Cálculo)
- Resolver outros exercícios de Cálculo I (não resolvidos em sala)
- Tirar dúvidas pontuais

10.1 - Quais outras funções você acrescentaria além das citadas acima (caso não haja nenhuma, responda apenas “não”)?

11 - Quais os recursos e/ou instrumentos utilizados pelo monitor de Cálculo I durante os encontros (você pode escolher mais de uma alternativa)?

- Quadro branco
- Projetor
- Lista de exercícios
- Softwares de computador/celular

12 - “O monitor apresentou domínio de conteúdo”

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

13 - “O monitor apresentou boa didática”

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente

Concordo totalmente

14 – “O monitor de Cálculo I se preocupava em contextualizar o conteúdo da disciplina com o seu curso de graduação”.

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

15 – A modalidade de monitoria de Cálculo I é mais promissora:

Totalmente presencial

Predominantemente presencial

Distribuído igualmente entre presencial e remota

Predominantemente remota

Totalmente remota

16 – Fora dos horários de aula, há mais interesse em:

Estudar em grupo

Estudar sozinho

Participar de monitoria

Estudar apenas em sala de aula

17 - Em qual desses aspectos o **professor** de Cálculo I mais focava durante suas aulas (você pode escolher mais de uma alternativa)?

Demonstrações

Contextualização do conteúdo

Aplicação do conteúdo

Exercícios

Outros

**(Caso o respondente assinale a opção “outros”)**

17.1 - Qual outro aspecto você citaria (caso não haja nenhum, responda apenas “não”)?

18 - Em qual desses aspectos o **monitor** de Cálculo I mais focava durante os encontros?

Demonstrações

Contextualização do conteúdo

( ) Aplicação do conteúdo

( ) Exercícios

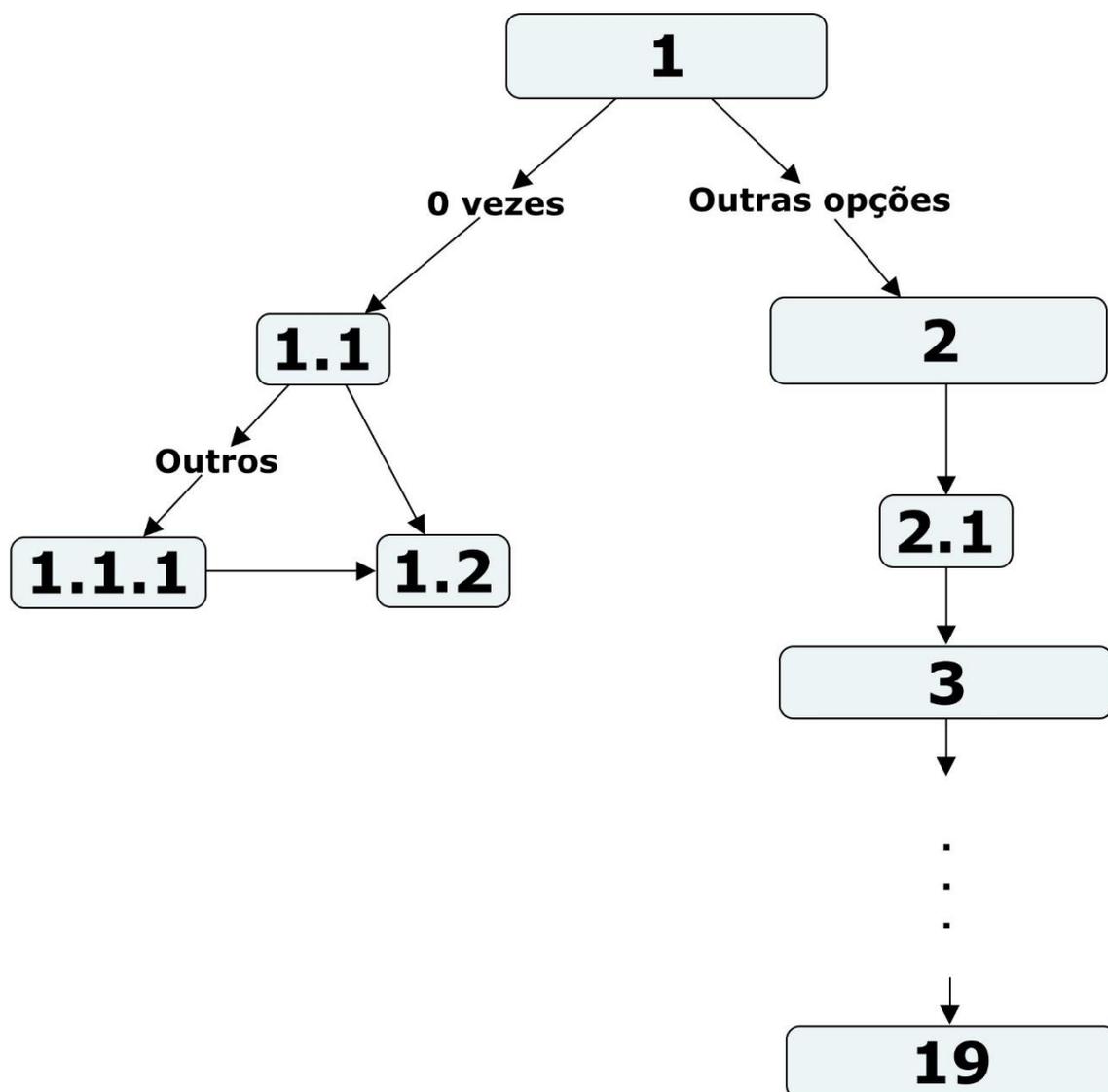
( ) Outros

(Caso o respondente assinale a opção “outros”)

18.1 - Qual outro aspecto você citaria (caso não haja nenhum, responda apenas “não”)?

19 – Quais sugestões você daria para o aprimoramento do Programa de Monitoria de Cálculo I na UFAM?

**Apêndice 4: Mapa de Itens (Percepção Discente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I)**



Fonte: Autor

**Apêndice 5: Percepção Docente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo****I**

1 – Quantas vezes você chegou a lecionar a disciplina de Cálculo I? **(Auxílio de monitoria)**

- 1 vez
- 2 a 4 vezes
- 5 ou mais vezes
- Nenhuma vez

**(Caso o respondente tenha lecionado a disciplina)**

*\*Fim de questionário*

**(Caso o respondente tenha lecionado a disciplina)**

1.1 - Dessas vezes, quantas teve o auxílio de um monitor de Cálculo I?

- 1 vez
- 2 a 4 vezes
- 5 ou mais vezes
- Nenhuma vez

**(Caso o respondente assinale alguma das três primeiras opções).**

1.1.1 – Quais foram as funções desempenhadas pelo monitor?

- Ministrar aulas de Cálculo I
- Ministrar aulas de Matemática Básica
- Resolver exercícios
- Tirar dúvidas pontuais

1.1.2 – “Tive uma excelente relação pessoal com o monitor”.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

1.1.3 - “Estou muito satisfeito com o desempenho dos monitores de Cálculo”.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente

Concordo totalmente

*\* Seguir para o Item 2*

**(Caso o respondente assinale a opção “nenhuma”)**

1.2 – Tenho conhecimento da existência das seguintes monitorias de Cálculo na UFAM:

Monitoria do Departamento de Matemática.

Monitoria do projeto Super.

Monitoria do Programa de Educação Tutorial - PET).

Nenhuma.

1.3 - Tenho compreensão da forma como funciona(m) a(s) monitoria(s) de Cálculo na UFAM.

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

**(Caso o respondente assinale as opções de “concordância”)**

1.3.1 – Você chegou a recomendar aos seus alunos a procura pela monitoria de Cálculo?

sim

não

1.3.2 – Você teve contato com algum monitor da disciplina de Cálculo?

Sim

Não

1.3.3 – Que sugestões você daria para otimizar a proposta de monitoria de Cálculo da UFAM?

**(Caso o respondente assinale as opções de “discordância”)**

*\*Fim de questionário*

2 – Para você, o que é “ser um bom monitor” e o que é “ser um monitor que deixa a desejar” no desempenho de suas funções?

3 - Quais as principais dificuldades para implementação da Monitoria de Cálculo na UFAM? E, se existem, a Coordenação tem articulado estratégias para superação destes obstáculos?

4 – Você compreende a Monitoria como uma estratégia de suporte ao trabalho docente? Como isso acontece?

5 - Ao ministrar aulas de Cálculo I, em quais desses pontos você acredita ter dado maior atenção?

Demonstrações lógico/matemáticas

Demonstrações virtuais

Contextualização do conteúdo

Aplicação do conteúdo

Exercícios

Outros

**(Caso o respondente assinale a opção “outros”)**

5.1 - Qual outro ponto você citaria?

6 – Quais os recursos e/ou instrumentos você utilizou durante as aulas de Cálculo I?

quadro branco

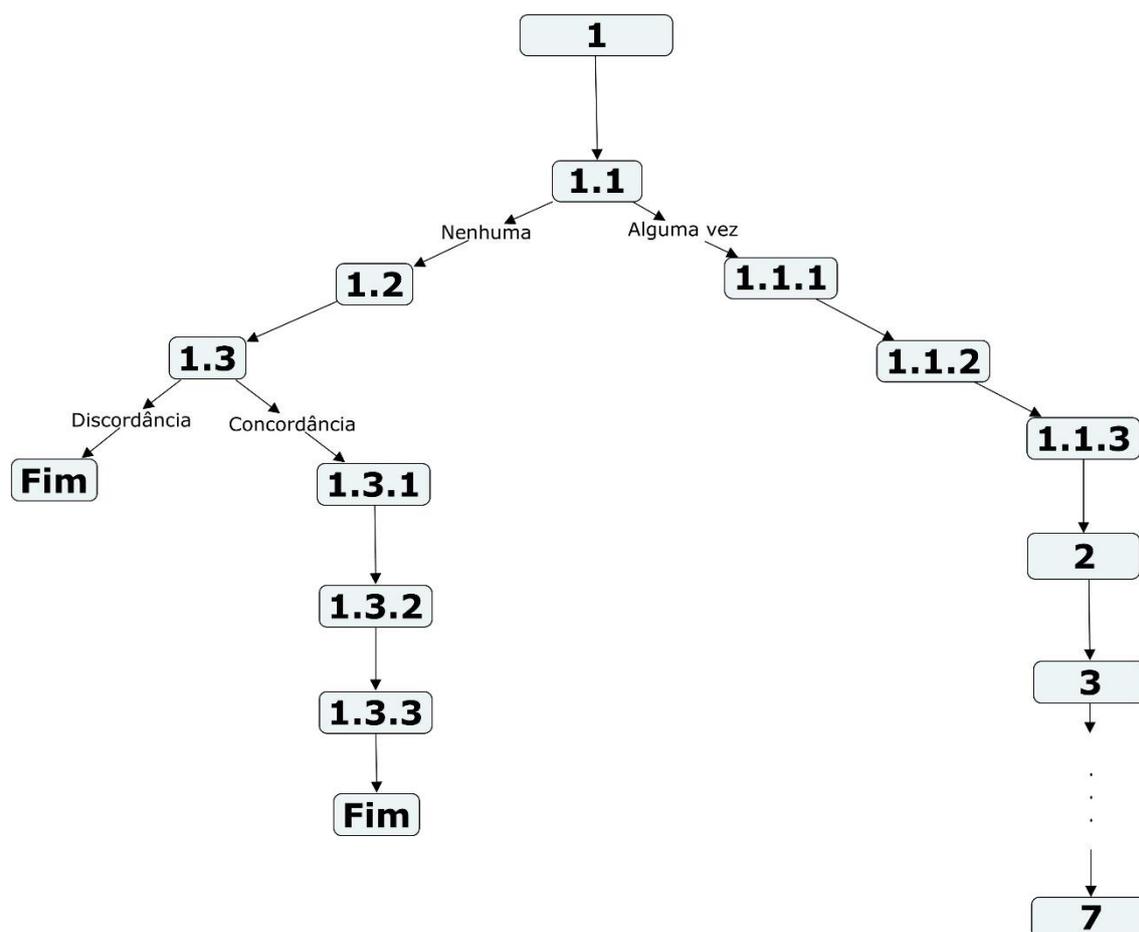
projetor

lista de exercícios

softwares de computador/celular

7 – Quais sugestões você daria para o aprimoramento do Programa de Monitoria de Cálculo da UFAM?

## Apêndice 6: Mapa de Itens (Percepção Docente Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I



Fonte: Autor

## **Apêndice 7: Percepção do Monitor Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I**

1 – Assinale em qual dessas opções você exerceu o papel de monitor(a):

- Monitoria do Departamento de Matemática
- Monitoria do projeto Super
- Monitoria do Programa de Educação Tutorial (PET)

1.1 **(Caso o respondente assinale a opção Super ou PET)** – Você manteve algum contato com os professores de Cálculo I no período em que foi monitor(a)?

- Sim
- Não

2 – Responda qual(is) o(s) motivo(s) que o(a) levou(aram) a querer ser monitor(a) de Cálculo I:

- Afinidade com a disciplina
- Remuneração financeira
- Interesse pela carreira universitária
- Procura de atividade extra – curricular (horas extras)
- Outros

2.1 - **(Caso o respondente assinale a opção “outros”)** Caso tenha marcado a opção “outros” na questão anterior, disserte qual outro motivo o levou a querer ser monitor(a) (caso contrário, responda apenas “não”).

3 – Você já foi monitor antes? Se sim, de qual disciplina?

4 – Quais as características ou atributos que você julga necessários para exercer a função de monitor?

5 – Quais as atividades que você desenvolveu na monitoria?

6 – Marque as opções (no máximo 3) em que você acredita que a monitoria pode auxiliar na sua formação profissional

- Questões didáticas
- Atualização e aprofundamento na área de estudo
- Possibilidade de ver na prática os conteúdos aprendidos

- ( ) Busca de alternativa para o domínio de conteúdos
- ( ) Incentivo à pesquisa
- ( ) Maior interesse pela profissão
- ( ) Enriquecimento do currículo
- ( ) Incentivo a carreira universitária
- ( ) Em nada
- ( ) Outras

6.1 - **(Caso o respondente assinale a opção “outros”)** Caso tenha marcado a opção “outros” na questão anterior, disserte outro benefício que a monitoria pode trazer à sua formação (caso contrário, responda apenas “não”).

7 - Você se candidataria à monitoria para o próximo ano?

- ( ) não
- ( ) sim

7.1 – **(Caso o respondente assinale a opção “não”)** Por que?

7.2 - **(Caso o respondente assinale a opção “sim”)** Por qual(is) motivo(s) você se candidataria novamente?

- ( ) Afinidade com a disciplina
- ( ) Remuneração financeira
- ( ) Interesse pela carreira universitária
- ( ) Procura de atividade extra-curricular
- ( ) Outros

7.2.1 - **(Caso o respondente assinale a opção “outros”)** Cite outros motivos que o levariam a se candidatar novamente (caso não tenha, responda apenas “não”).

8 - Assinale quais foram as principais dificuldades enfrentadas no seu desempenho como monitor.

- ( ) Solicitação excessiva dos alunos
- ( ) Burocracia para obtenção de material necessário ao trabalho
- ( ) Conhecimento teórico
- ( ) Pouca leitura devido excesso de trabalho
- ( ) Relacionamento interpessoal

- ( ) Excesso de alunos nas aulas
- ( ) Falta de espaço e/ou tempo para receber orientação do(s) professor(es)
- ( ) Sem dificuldades
- ( ) Outros.

8.1 – **(Caso o respondente assinale a opção “outros”)** Caso tenha tido alguma dificuldade diferente das apontadas na questão anterior, cite-a aqui (caso não tenha, responda apenas “não”).

9 - Quando você se depara na monitoria com um aluno em que ele não quer aprender, o que faz?

- ( ) Nada
- ( ) Conversa com o professor responsável pela monitoria
- ( ) Procura ler sobre isso
- ( ) Procura seguir o que lhe vier à cabeça
- ( ) Consulta outro monitor.
- ( ) Utiliza outro procedimento

9.1 – Justifique sua resposta à questão anterior

10 - Você gostaria de ser professor universitário após concluir o seu curso de graduação?

- ( ) sim
- ( ) não

10.1 – **(Caso o respondente assinale a opção “sim”)** Você acredita que a monitoria influenciou nesse desejo?

11 – Quais as principais dificuldades conceituais você identificou nos alunos que buscaram pela monitoria?

- ( ) Funções
- ( ) Álgebra
- ( ) Trigonometria
- ( ) Geometria
- ( ) Limites
- ( ) Derivadas
- ( ) Integrais

( ) Outros

11.1 – Você identificou outras dificuldades além das citadas anteriormente? Cite-as aqui (caso não tenha, responda apenas “não”).

12 – A que você atribui o elevado número de notas baixas, reprovações e desistências na disciplina de Cálculo?

( ) Matemática básica fraca

( ) Falta de dedicação

( ) Dificuldade de abstração

( ) Dificuldade de interpretação

( ) Falta de tempo para se dedicar ao estudo da disciplina

( ) Outros

13 - Você considera que suas atividades de monitor(a) são importantes para o processo de ensino-aprendizagem de Cálculo I na universidade? Por que (justifique da melhor maneira possível)?

14 – A que você atribui a não frequência de um aluno na monitoria de Cálculo, mesmo que o aluno tenha um baixo rendimento na disciplina?

15 – Numa escala de concordância, responda à seguinte afirmação: “Tive uma excelente relação com meu professor orientador”.

( ) Discordo totalmente

( ) Discordo parcialmente

( ) Concordo parcialmente

( ) Concordo totalmente

16 – Numa escala de concordância, responda à seguinte afirmação: “Tive uma excelente relação com os demais professores de Cálculo I da Universidade”

( ) Discordo totalmente

( ) Discordo parcialmente

( ) Concordo parcialmente

( ) Concordo totalmente

17 – Numa escala de concordância, responda à seguinte afirmação: “Tive uma excelente relação com os alunos que procuraram a monitoria”.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

18 – Numa escala de concordância, responda à seguinte afirmação: “A monitoria de Cálculo I teve uma alta procura de alunos durante o semestre”.

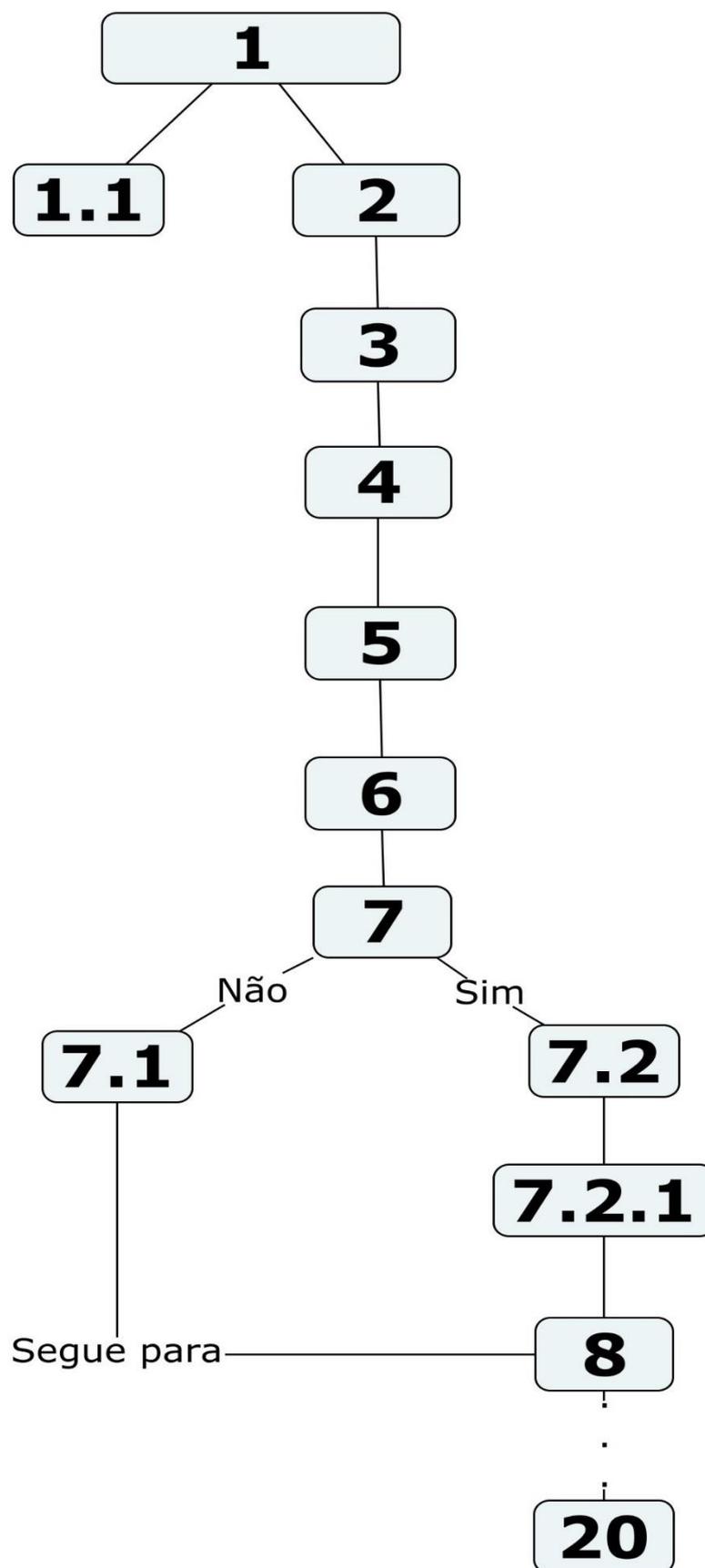
- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

19 – Numa escala de concordância, responda à seguinte afirmação: Os alunos que procuraram a monitoria eram assíduos e tinham uma ótima frequência”.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

20 – Quais sugestões você daria para o aprimoramento da monitoria de Cálculo da UFAM?

**Apêndice 8: Mapa de Itens (Percepção do Monitor Sobre a Monitoria e a Disciplina de Cálculo I**



## Apêndice 9: Guia de Implementação dos Questionários

### Propósito do Questionário

Investigar a Monitoria de Cálculo sob o ponto de vista dos alunos, monitores e professores, de forma a descobrir possíveis falhas que possam ser consertadas.

### Público: Para quem esse questionário é apropriado?

Professores, monitores/ex-monitores e alunos/ex-alunos da disciplina de Cálculo I.

### Conteúdo: Sobre quais assuntos ele aborda?

O contexto da disciplina e monitoria de Cálculo I na Universidade Federal do Amazonas.

### Tempo: Quanto tempo um participante demora para responder o questionário?

15 min

### Perguntas de exemplo

Pergunta amostral do questionário:

2 – Responda qual(is) o(s) motivo(s) que o(a) levou(aram) a querer ser monitor(a) de Cálculo I:

Afinidade com a disciplina

Remuneração financeira

Interesse pela carreira universitária

Procura de atividade extra – curricular (horas extras)

Outros

### Onde acesso o questionário?

Entre em contato com o autor através do e-mail: [princepera1@hotmail.com](mailto:princepera1@hotmail.com) para ter acesso a uma cópia autorizada do questionário através do Google Forms.

### Administração: Como faço executar o questionário?

- Enviar um convite por e-mail solicitando a participação do aluno, professor e monitor, contendo o link de acesso ao questionário digital, tempo de execução e conteúdo.
- O corpo do texto do convite precisa deixar claro que é necessário clicar em “concluir” ao final do questionário.
- Dê um prazo para que todos respondam ao questionário, para que novas respostas não sejam adicionadas durante a análise dos dados.

**Interpretação: Como interpreto as respostas dos participantes?****• Veja as categorias dos itens:**

Todos os questionários tiveram seus itens categorizados de forma que os resultados podem ser cruzados entre si. As respostas dos itens tenderão a explicitar as qualidades ou fraquezas da Monitoria e do ensino de Cálculo I em cada aspecto proposto pelo questionário.

**• Lista de categorias:**

Frequência à monitoria
Benefícios da monitoria
Percepção sobre o perfil do monitor
Aspecto de preferência de monitoria e estudo
Comparação entre monitoria e sala de aula
Auxílio de monitoria
Percepção sobre o perfil do monitor
Conhecimento da monitoria
Idealização x realização da monitoria
Auto avaliação como professor
Sugestões

**Desenvolvedor: Quem desenvolveu este questionário?**

Caio Vinícius de Jesus Silva



# Guia do Monitor de Cálculo Diferencial e Integral I

Um norteador para o exercício  
da monitoria





# Bem Vindo!

Olá, monitor. Parabéns pela seleção na monitoria de Cálculo I. Este guia irá auxiliá-lo a cumprir com as suas atribuições como monitor desta disciplina e guiá-lo numa proposta desenhada especialmente para esta função. Desfrute ao máximo desta ocupação. A experiência como monitor poderá lhe proporcionar um novo olhar sobre a sua carreira e seu futuro.

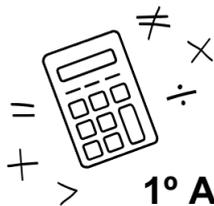




# SUMÁRIO

1º Apresentação da Monitoria de Cálculo	
I.....	4
2º Instruções para o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0.....	5
3º Recepção aos alunos.....	8
4º Atividades de Monitoria.....	10
5º Monitor como Mediador do Conhecimento.....	11
6º Guia de Implementação do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0.....	13
8º Taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0.....	17
8º Gabarito do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0.....	18
9º Inventário de Equívocos do Exame de Conhecimentos PréCálculo 2.0.....	19
10º Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo2.0.....	22

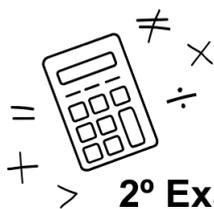




### 1º Apresentação da Monitoria de Cálculo I

- Sua primeira tarefa será se apresentar às turmas de Cálculo I. Mesmo com as divulgações pelas redes sociais, alguns alunos continuam a desconhecer o programa. Uma apresentação formal à turma, com o local e horários da monitoria de Cálculo pode aumentar o conhecimento da proposta.
- Explique do que se trata a monitoria e que você está ali como um elo entre o professor e os alunos, para auxiliá-los no decorrer do semestre com a disciplina. Alerté-os também a não deixarem para procurar a monitoria apenas nas vésperas de provas.





5

## > 2º Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0

- Aplique, com o auxílio do seu orientador, o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0 com o maior número de alunos possível de Cálculo I no semestre. Apresente-se aos professores e informe o objetivo do teste, que servirá como um indicador das dificuldades advindas do ensino básico com relação ao conhecimento de funções, conteúdo fundamental para o entendimento da disciplina.
- Disponha-se a apresentar os resultados do teste aos professores de Cálculo I. Reconhecer as dificuldades dos alunos no início do curso poderá ajudá-los a planejar uma forma de sanar tais dúvidas durante o semestre.
- Tente resolver ao teste sem o auxílio do gabarito. Possíveis erros ou dúvidas que você tiver poderão ser as mesmas dos alunos. Lembre-se disso ao esclarecer dúvidas que venham a surgir dos participantes.






---

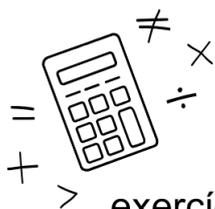
 6

Estudos anteriores apontaram dificuldades com relação a interpretação de gráficos e tabelas de funções, resolver equações, compreender a aritmética das funções e compreensão de função inversa.

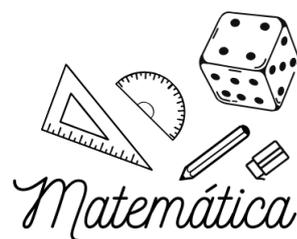
- \*Obs: O Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0, juntamente com seu guia de aplicação, taxonomia, gabarito e inventário de equívocos encontram-se no final deste manual. Embora o guia apresente um modelo digital do teste, aplique-o preferencialmente de forma presencial, para evitar colas.
- Ao coletar os resultados, esteja atento às questões com maior número de erros e, conforme a taxonomia do teste aplicado, identificar as habilidades de raciocínios mais carentes nas turmas de forma geral. Observe o inventário de equívocos para revisar possíveis erros cometidos pelos respondentes.
- Esteja preparado para dificuldades conceituais básicas dos alunos. Alguns participantes poderão estar apresentando baixo desempenho na disciplina por conta de uma formação deficitária. Procure revisar aulas e resolver



*Matemática*



exercícios que envolvam os conhecimentos que você julgar mais importantes para o entendimento da disciplina, com base nos resultados do teste Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo ou na sua própria experiência como aluno de Cálculo.



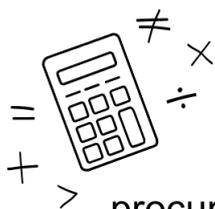


8

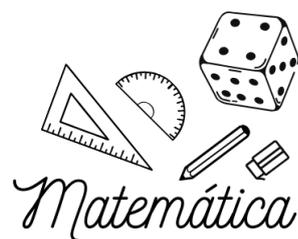
### 3º Recepção aos alunos

- Ao receber os alunos, seja cordial. Os alunos precisam se sentir acolhidos pelo monitor, mesmo que se sintam desesperançados com a disciplina. Uma má recepção pode fazer com que os alunos não voltem mais. Entretanto, em caso de qualquer desavença pessoal, procure seu orientador.
- Mantenha a sala organizada e siga seus horários à risca. Mesmo não sendo um professor, o monitor precisa passar seriedade durante seu exercício.
- Ao iniciar as atividades, assinale a frequência dos alunos. Ter um controle de quem comparece à monitoria pode auxiliar você e ao seu orientador sobre a eficácia do programa e observar a evolução dos participantes na disciplina.
- Tenha em mãos um diário de monitoria, onde possa relatar as atividades desenvolvidas e possíveis ocorrências fora do comum.
- Convença os alunos a trazerem o máximo de pessoas possível para a monitoria. Alguns podem não conhecer ou não saber onde





procurar pelos monitores, e o seu auxílio pode ser fundamental para a aprovação dos alunos na disciplina de Cálculo I.





10

#### 4º Atividades de Monitoria

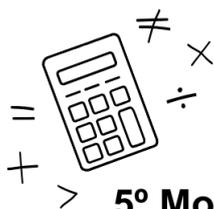
- Não espere pelas dúvidas dos alunos. Apresente novos exercícios aos alunos, tanto de Cálculo I como de outros assuntos necessários para o entendimento da disciplina. O Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0 irá auxiliá-lo a selecionar os conteúdos mais relevantes a serem revisados.
- Uma sugestão para atenuar as dificuldades identificadas após a aplicação do teste é a “Resolução de Problemas”, tendência de ensino da Matemática que instiga os próprios discentes a formularem uma solução para determinado exercício, sem oferecer respostas prontas.
- Procure obter domínio de softwares de computador e/ou celular. A tecnologia é sua aliada, e pode ajudá-lo a fazer com que os alunos compreendam conteúdos que apenas o quadro branco não foi o suficiente. Peça auxílio ao seu orientador com o manuseio de aplicativos como Geogebra, Winplot, entre outros.
- Procure resolver as avaliações aplicadas pelos professores de Cálculo, além dos exercícios dos livros utilizados. Assim, quando o aluno apresentar exercícios





conhecidos, você terá mais agilidade ao resolvê-los e explica-los.






---

 12

### > 5º Monitor como Mediador do Conhecimento

- Mantenha seus estudos sempre em dia. Revise conteúdos tanto de Cálculo I como de funções e crescimento covariacional. Os alunos precisam sentir que você domina os conteúdos necessários para o entendimento pleno da disciplina. O monitor, ao mesmo tempo que ensina, aprende.
- Você é um mediador do conhecimento, portanto, precisa estimular os alunos em seu desenvolvimento (lembre-se da “Resolução de Problemas”). Não resolva exercícios de forma direta ou dê respostas prontas durante as revisões de conteúdo; tente instigar os participantes a chegar na solução de problemas e demonstrações.
- Os alunos possuem um conhecimento prévio matemático (ainda que apresentem lacunas). Tente descobrir até onde vai esse conhecimento e, a partir disto, tente fazer com que o próprio aluno consiga encontrar uma solução para o problema. Leia sobre a “Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky”.





- A sociointeratividade entre monitor e aluno é fundamental para a construção do conhecimento. Utilize de sua posição como aluno em formação para criar uma proximidade e leveza durante a monitoria.
- Encoraje os alunos a manterem uma rotina de estudos. O grau de exigência de um curso superior é maior que o do ensino básico. Quanto mais cedo os alunos perceberem a importância de estarem sempre estudando, maior será a chance de sucesso e aprovação não só em Cálculo I, mas em qualquer disciplina.
- Procure não se firmar apenas nos métodos tradicionais de ensino. Alguns alunos procuram o monitor na esperança de entenderem algo que não conseguiram aprender com as aulas do professor titular da disciplina, e a linguagem de um monitor, mais próxima dos alunos, pode auxiliá-lo.
- Tente sempre que possível contextualizar os conteúdos, preferencialmente com o curso dos alunos. Uma aproximação da disciplina com a área dos discentes pode animá-los a se interessar positivamente.



*Matemática*

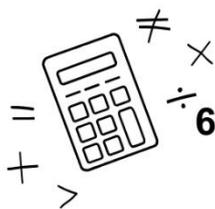


---

14

- Observe as feições do aluno durante a explicação dos conteúdos. A forma como ele reage às explicações podem ajudá-lo a identificar se o discente está compreendendo ou não, e ser a deixa para utilizar uma nova estratégia se necessário.





15

## 6º Guia de Implementação do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0

### Propósito do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo

Avaliar o nível de conhecimento essencial que a pesquisa em educação matemática que Carlson, Oehrtman e Engelke (2010) revelaram ser fundamental para a aprendizagem dos alunos e a compreensão das ideias centrais do cálculo inicial.

### Nível de Curso: Para quais tipos de cursos é apropriado?

Primeiros anos do ensino superior

### Conteúdo: O que ele testa?

Conhecimento de conteúdo matemático (taxa de mudança, função, visão de processo de funções, raciocínio covariacional) (MADSEN, 2021, TRADUÇÃO LIVRE).

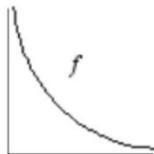
### Tempo: Quanto tempo devo dar aos alunos para fazer o teste?

120 minutos

### Questão de exemplo

Exemplo de questão do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo.

21) Uma função  $f$  é definida pelo gráfico a seguir. Qual das alternativas a seguir descreve melhor o comportamento de  $f$ ?



- I. Conforme o valor de  $x$  aumenta, o valor de  $f$  aumenta.
  - II. Conforme o valor de  $x$  aumenta, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
  - III. Conforme o valor de  $x$  se aproxima de 0, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
- a) Somente I. está correta
  - b) Somente II. está correta
  - c) Somente III. está correta
  - d) II. e III. estão corretas
  - e) I. e III. estão corretas






---

 16

### **Administrando: Como eu devo executar o teste?**

Faça isso como pré e pós-teste. Isso mede o aprendizado do aluno.

Faça o pré-teste antes de abordar o material relevante do curso. Faça o pós-teste no final do período, combinando com os alunos e o professor de Cálculo I uma data para isto.

Use o teste inteiro, com a redação original e a ordem das perguntas. Isso torna as comparações com outras classes significativas.

Faça o teste necessário e, se possível, converse com o professor de Cálculo I da turma para dar créditos por concluí-lo (mas não pela correção). Isso garante a máxima participação de seus alunos.

Diga aos alunos que o teste é projetado para avaliar o curso (não eles) e que saber como eles pensam ajudará você a ensinar melhor. Diga-lhes que a correção não afetará suas notas (apenas participação). Isso ajuda a aliviar a ansiedade do aluno.

Refira-se ao teste por um título genérico como "Pesquisa de pré-cálculo" para evitar que os alunos procurem as respostas.

### **Pontuação: Como eu calculo a pontuação dos alunos?**

Peça a chave de respostas através do e-mail [princepera1@hotmail.com](mailto:princepera1@hotmail.com).

A pontuação de cada aluno é sua porcentagem correta em 22 perguntas.

Consulte a recomendação do PhysPort sobre as melhores práticas para administrar inventários de conceito para obter instruções sobre como calcular o ganho normalizado e o tamanho do efeito ([www.physport.org/expert/AdministeringConceptInventories/](http://www.physport.org/expert/AdministeringConceptInventories/))

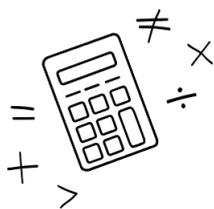
Use o Explorador de Dados de Avaliação PhysPort para análise e visualização das respostas de seus alunos ([www.physport.org/explore/PCA](http://www.physport.org/explore/PCA))

Interpretação: Como interpreto a pontuação dos meus alunos?

Olhe para as pontuações do pré-teste:

As pontuações do pré-teste do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo informam sobre a compreensão inicial dos conceitos de pré-cálculo





dos alunos, para que você possa ajustar seu ensino com base no conhecimento com o qual seus alunos iniciam o curso. Os desenvolvedores também descobriram que você pode usar o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo como um exame de prontidão para cálculo.

Compare as pontuações iniciais com o pós-teste:

As pontuações do pós-teste informam sobre a compreensão dos conceitos de pré-cálculo dos alunos após o semestre concluído, o que permitirá uma comparação dos resultados com um “antes e depois”, assim como a evolução do entendimento dos sujeitos sobre funções e crescimento covariacional. Esta evolução pode ser analisada com o cálculo de ganho normalizado de Hake (1998):

$$\langle g \rangle = \frac{\mu_f - \mu_o}{100 - \mu_o}$$

A variável  $\mu_f$  significa a pontuação média final da classe, enquanto que  $\mu_o$  é a média inicial. A tabela a seguir apresenta uma classificação dos efeitos conforme o resultado do ganho normalizado:

Tamanho do efeito	Cohen's d
Alto	~0.8
Médio	~0.5
Baixo	0.2-0.3

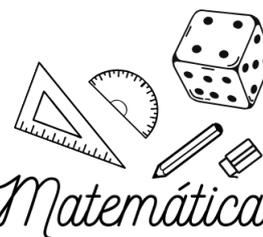
### Veja os grupos de perguntas:

Você também pode consultar as pontuações do pós-teste de toda a turma usando as categorias ou subcategorias da Taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo para saber mais sobre quais conceitos específicos seus alunos se saíram bem e com os quais precisam de ajuda.

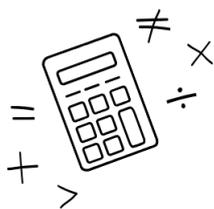
Isso pode ajudá-lo a descobrir quais partes do seu ensino funcionaram bem e quais partes você pode melhorar no futuro.

**Onde posso encontrar o Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0 de forma digital?**

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLn4unLtKO9mD01NFj\\_KdB9eUkCEoLtBZthKQj8WMTU5QRLw/viewform?usp=sharing](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLn4unLtKO9mD01NFj_KdB9eUkCEoLtBZthKQj8WMTU5QRLw/viewform?usp=sharing)



*Matemática*



---

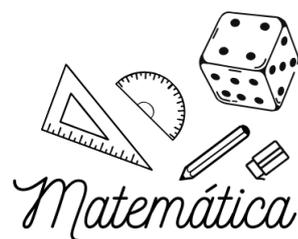
18

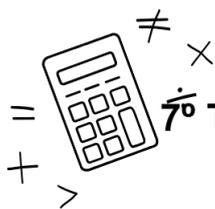
### Referências

DRLIK, D. I. **Student Understanding Of Function And Success In Calculus**. 2015.

HAKE, R. R. Interactive-engagemet versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, jan. 1998.

M. Carlson, M. Oehrtman, and N. Engelke, **The Precalculus Concept Assessment: A Tool for Assessing Students' Reasoning Abilities and Understandings**, *Cog. Instr.* 28 (2), 113 (2010).





## 7<sup>o</sup> Taxonomia do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0

### Habilidades de raciocínio

**R1** *Ver a função como um processo.*

- Visualizar a fórmula, o gráfico e a tabela de uma função, definindo relações que aceitam entrada e produzem saída.

(Itens: 1, 2, 5a, 5b, 6, 7, 8, 11a, 11b, 12, 14, 18, 19).

**R2** *Aplicar raciocínio covariacional.*

- Coordenar duas quantidades variáveis que mudam paralelamente, enquanto observa como as quantidades mudam em relação uma à outra.

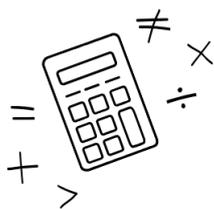
(Itens: 4, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22).

**R3** *Envolver-se em raciocínios proporcionais.*

- Variar as medidas de duas grandezas e reconhecer que elas estão proporcionalmente relacionadas quando as medidas das duas grandezas estão sempre na mesma proporção.
- Reconhecer que quando as medidas de duas quantidades estão sempre em uma proporção constante, a medida de uma é sempre o mesmo múltiplo da medida da outra.

(Itens: 3, 9).





\_\_\_\_ / / 20

### Habilidades conceituais e analíticas

**C1** Avaliar e interpretar as informações da função de acordo com a fórmula, o gráfico e a tabela da função.

(Itens: 1, 2, 5a, 5b, 7, 8, 11a, 11b, 13, 16, 17, 19, 20, 21, 22).

**C2** Representar situações de função contextual usando notação algébrica.

- Identificar, definir e relacionar quantidades variáveis como relações de função.

(Itens: 3, 4, 9, 13, 15).

**C3** Realizar operações de função e interpretar seu significado (tabela, gráfico, fórmula).

**C3E** Avaliar o valor de uma função e interpretar seu significado. (Itens: 2).

**C3D** Interpretar as restrições de domínio inerentes à função. (Itens: 19).

**C3A** Compreender e usar a aritmética de funções. (Itens: 1, 5b, 8).

**C3C** Compreender e usar a composição da função. (Itens: 5a, 11a, 14).

**C3I** Entender e usar a função inversa. (Itens: 11b).






---

 21

**C3T** Entender e usar translações de função.  
(Itens: 18).

**C4** Compreender o significado de uma função inversa e como reverter o processo da função (tabela, gráfico, fórmula).

**C4E** Resolver equações que envolvem relacionamentos funcionais e interpretar seu significado. (Itens: 2, 5a, 5b, 11a, 14).

**C4IN** Resolver as desigualdades que envolvem relações funcionais e interpretar seu significado. (Itens: 8).

**C4IF** Determinar funções inversas e interpretar seu significado. (Itens: 11b, 12).

**C5** Interpretar e representar comportamentos de funções para vários tipos de função.

**C5L** Linear (Itens: 9, 20).

**C5P** Polinomial (Itens: 1, 7, 10, 17).

**C5R** Racional (Itens: 16, 19, 22).

**C5E** Exponencial (Itens: 6, 7).

**C5L** Logarítmica (Itens: 7).





---

 22

**C6** Interpretar e representar as informações de taxa de mudança para uma função (tabela, fórmula, gráfico).

**C6D** Compreender e representar o significado da inclinação de uma função linear como crescimento aditivo. (*Itens: 20*).

**C6C** Interpretar e representar como as variáveis de entrada e saída mudam em conjunto. (*Itens: 7, 13, 15, 16, 21*).

**C6A** Determinar e entender a taxa de variação média. (*Itens: 10*).

**C6I** Interpretar e representar as informações de taxa de mudança em intervalos do domínio. (*Itens: 13, 17*).

**C6E** Compreender funções exponenciais e crescimento multiplicativo. (*Itens: 7*).





\_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ 23

## 8º Gabarito do Exame de Conhecimentos Pré-Cálculo 2.0

Item	Alternativa	Item	Alternativa
1	D	11b	B
2	A	12	D
3	A	13	B
4	D	14	C
5a	A	15	C
5b	A	16	B
6	C	17	B
7	B	18	A
8	D	19	C
9	D	20	E
10	C	21	B
11a	A	22	D



**INVENTÁRIO DE EQUÍVOCOS DO EXAME DE CONHECIMENTOS PRÉ-  
CÁLCULO 2.0**

Itens	Alternativas				
	a	b	c	d	e
<b>1</b>	Calculou $f(a)$	Calculou erroneamente o “quadrado da soma”	Erro algébrico na distribuição	Correta	Dúvida
<b>2</b>	Correta	Calculou $f(3)$	Inverteu os valores de domínio e imagem	Confusão de notações de $x$ e $f(x)$	Dúvida
<b>3</b>	Correta	Somou os valores 4, 6 e 11	Erro algébrico	Não realizou a proporção, apenas aplicou a 11ª marca para o outro cilindro	Dúvida
<b>4</b>	Erro algébrico ao “elevar apenas o $p$ ao quadrado”	Calculou o perímetro em função da área	Erro algébrico ao “elevar apenas o $p$ ao quadrado”	Correta	Dúvida
<b>5a</b>	Correta	Erro na composição, calculando $f(g(2))$	Calculou $f(2)$	Calculou $g(2)$	Dúvida
<b>5b</b>	Correta	Erro na subtração, fazendo “ $2 - 2$ ” ao invés de “ $-2 - 2$ ”	Erro no jogo de sinal	Subtraiu os valores de $x$ “ $2 - 2$ ”	Dúvida
<b>6</b>	Não considerou os valores de potência	Desconsiderou o “7” que multiplica a potência de “3”	Correta	Confusão com crescimento em forma de porcentagem	
<b>7</b>	Confundiu a “velocidade” com a “posição”	Correta	Não leu corretamente os gráficos dos carros A e B	Dúvida	x
<b>8</b>	Confusão com os sinais de desigualdade, escrevendo o “ $\leq$ ” (maior ou igual) ao invés de “ $<$ ” (maior) e/ou sinais de “[ ]” (conjunto	Inverteu os valores de “x” com “f” e “g”	Inverteu os valores de “x” com “f” e “g” e os sinais de desigualdade e/ou conjunto fechado e aberto	Correta	Dúvida

	fechado) ao invés de “( )” (conjunto aberto)				
<b>9</b>	Calculou o volume em função do tempo	Calculou o volume em função do tempo acrescido de um coeficiente linear inexistente	Não percebeu que o ângulo da reta era menor que $45^\circ$	Correta	Dúvida
<b>10</b>	Calculou $\frac{s(4)+s(1)}{4-1}$	Calculou $s(4)$	Correta	Calculou $s(1)$	Erro algébrico
<b>11a</b>	Correta	Calculou $g(f(3))$	Calculou $g(3)$	Calculou $f(3)$	Dúvida
<b>11b</b>	Calculou $f^{-1}(-1)$	Correta	Calculou $g(-1)$	Calculou o “inverso de 3” ( $1/3$ )	Dúvida
<b>12</b>	Apenas trocou “t” por “f(t)”	Confundiu o símbolo de função inversa com o produto por “-1”	Incluiu o “t” no denominador, ao invés de apenas o coeficiente “100”	Correta	Dúvida
<b>13</b>	Confundiu “crescimento linear” com “não linear”	Correta	Confundiu a relação entre área e altura	“Não notou que não há taxa de decrescimento”	Confundiu a relação entre área e altura
<b>14</b>	Calculou $h(g(2))$ com erros aritméticos	Calculou $h(g(2))$	Correta	Calculou $h(2) - g(2)$	Dúvida
<b>15</b>	Calculou apenas a área do círculo	Elevou apenas o tempo “ao quadrado”, esquecendo-se de incluir o raio	Correta	Incluiu o raio, mas esqueceu-se de elevá-lo ao “quadrado”	Calculou o “comprimento da circunferência”
<b>16</b>	Erro no cálculo do limite máximo	Correta	Erro nas comparações de crescimento e decrescimento	Confusão no crescimento e decrescimento	Erro algébrico
<b>17</b>	Erro de interpretação da curva do gráfico	Correta	Desconhecimento do conceito de “constante”	Erro de interpretação entre aumentar e diminuir e de comportamento de curvas	Erro de interpretação entre aumentar e diminuir
<b>18</b>	Correta	Confusão entre valores pertencentes ao domínio e coeficiente linear	Confusão entre valores pertencentes ao domínio e coeficiente angular	Cálculo de $S(12)$ ao invés de $S(m + 12)$	Dúvida

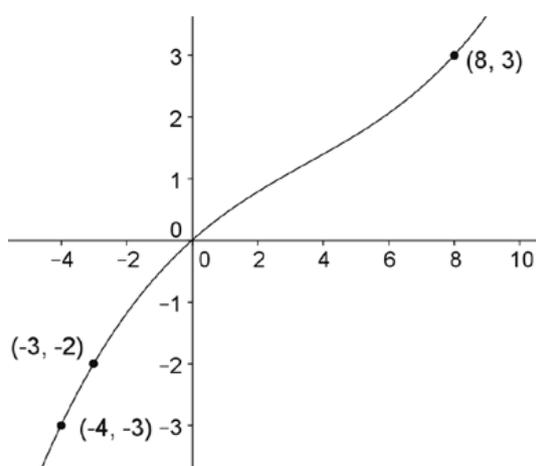
<b>19</b>	Considero u apenas a condição de existência do denominador, mas esqueceu-se de analisar a raiz quadrada	Considerou apenas a condição de existência da raiz quadrada, mas esqueceu-se de analisar o denominador	Correta	Confusão entre os sinais de desigualdade ou confundiu-se na condição de existência de raiz quadrada	Dúvida
<b>20</b>	Calculou corretamente a primeira afirmação, mas não percebeu que a terceira afirmação diz a mesma coisa, mas com um intervalo menor e valores fracionados	Erro algébrico na substituição de valores de crescimento	Calculou corretamente a terceira afirmação, mas não percebeu que a primeira afirmação diz a mesma coisa, mas com um intervalo maior e valores inteiros	Interpretou corretamente a terceira afirmação, mas houve erro algébrico na substituição de valores de crescimento na segunda afirmação	Correta
<b>21</b>	Erro na interpretação de aumentar e diminuir	Correta	Erro de interpretação ao não perceber que o "x" aumenta ao invés de diminuir	Erro de interpretação da terceira afirmação	Erro de interpretação do comportamento do gráfico na primeira afirmação e erro de interpretação da terceira afirmação
<b>22</b>	Erro ao não perceber que o valor no numerador cresce muito mais rápido que no denominador	Interpretou corretamente o crescimento da função, mas não notou que quanto mais próximo o domínio estiver de zero, mais próximo do infinito a imagem estará	Interpretou corretamente a terceira afirmação, mas não notou que a segunda afirmação se trata de valores muito altos, e não a qualquer valor de "x"	Correta	Interpretou corretamente a segunda afirmação, mas cometeu erro algébrico na primeira.

### EXAME DE CONHECIMENTOS PRÉ-CÁLCULO 2.0

1) Dada a função  $f$  definida por  $f(x) = 3x^2 + 2x - 4$ , descreva  $f(x + a)$ :

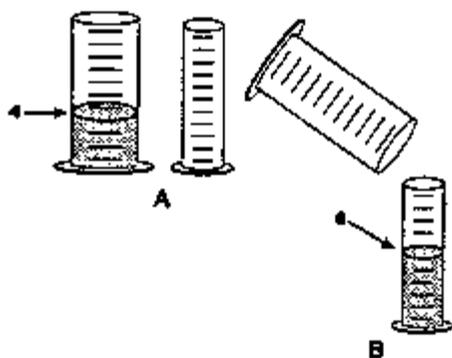
- a)  $3a^2 + 2a - 4$
- b)  $3x^2 + 3a^2 + 2x + a - 4$
- c)  $3x^2 + 2ax + 3a^2 + 2x + a - 4$
- d)  $3x^2 + 6ax + 3a^2 + 2x + 2a - 4$
- e) N.D.A

2) Use o gráfico para encontrar o valor de  $x$  em  $f(x) = -3$



- a)  $x = -4$
- b)  $x = -3$
- c)  $x = -2$
- d)  $x = 8$
- e)  $x = 3$

3) Abaixo estão os desenhos de um largo e estreito cilindro. Os cilindros têm marcas igualmente espaçadas neles. A água é despejada no cilindro largo até a quarta marca (ver A). Essa água sobe até a sexta marca quando despejada no cilindro estreito (ver B). Ambos os cilindros são esvaziados e a água é despejada no cilindro estreito até a 11ª marca. A que altura essa água subiria se fosse despejada no cilindro largo e vazio?

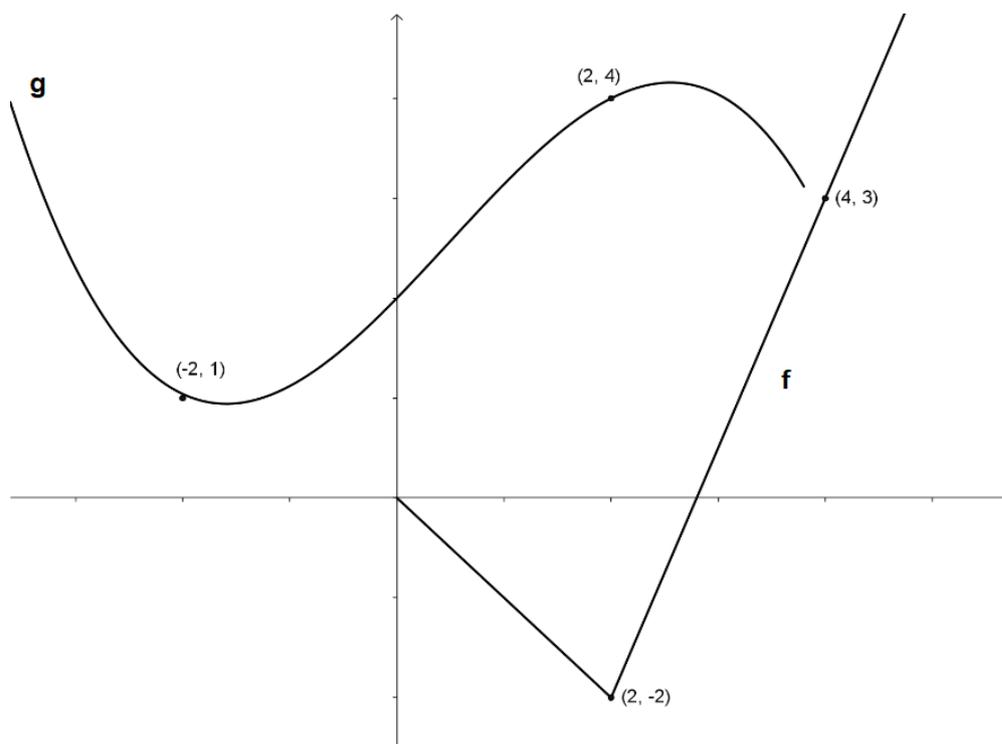


- a)  $\frac{22}{3}$
- b) 21
- c)  $\frac{33}{2}$
- d) 11
- e) N.D.A

4) Escolha uma fórmula que defina a área de um quadrado,  $A$ , em termos de seu perímetro,  $P$ .

- a)  $A = \frac{P^2}{4}$
- b)  $P = \sqrt{16A}$
- c)  $A = \frac{1}{4}P^2$
- d)  $A = \left(\frac{P}{4}\right)^2$
- e) N.D.A

Esta figura se refere às questões 5a e 5b



5a) Use os gráficos de  $f$  e  $g$  acima para encontrar  $g(f(2))$  .

- a) 1
- b) 3
- c) 4
- d)  $-2$
- e) N.D.A

5b) Calcule  $f(2) - g(0)$ .

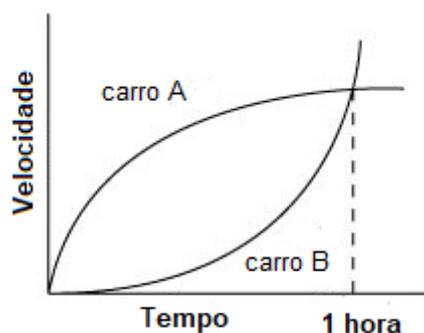
- a)  $-4$
- b) 0
- c) 4
- d) 2
- e) N.D.A

6) O modelo para o número de bactérias em uma cultura foi atualizado de  $P(t) = 7(2)^t$  para  $P(t) = 7(3)^t$ , onde  $t$  é medido em dias. Que implicações você pode tirar desse novo modelo? (Escolha uma resposta abaixo)

- a) O número final de bactérias é três vezes maior do que o valor inicial.

- b) O número inicial de bactérias é 3.  
 c) O número de bactérias triplica a cada dia.  
 d) A taxa de crescimento das bactérias na cultura é de 30% ao dia.  
 e) N.D.A

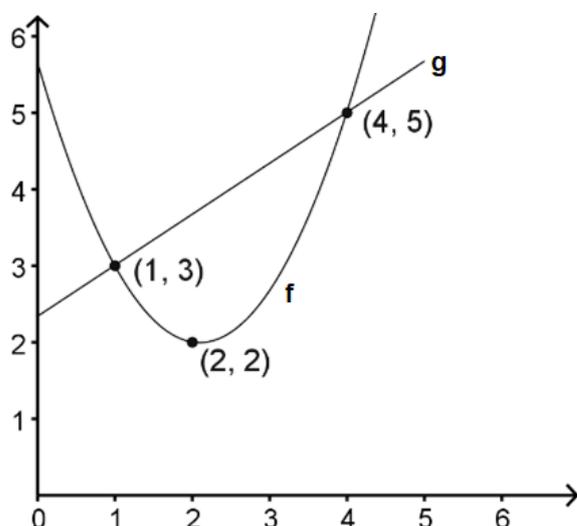
7) O gráfico abaixo mostra a velocidade de dois carros durante o período de uma hora. Suponha que os carros partam no mesmo ponto e ao mesmo tempo e estejam viajando na mesma direção.



Qual é a relação entre a posição do carro A e do carro B em  $t = 1$  hora?

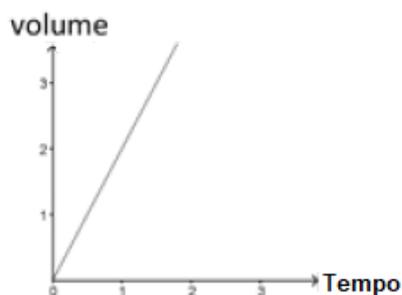
- a) Os carros A e B estão na mesma posição  
 b) O carro A está à frente do carro B  
 c) O carro B está à frente do carro A  
 d) Não é possível determinar a posição dos carros

8) Use os gráficos de  $f$  e  $g$  abaixo para encontrar os valores de  $x$  para os quais  $g(x) > f(x)$ .

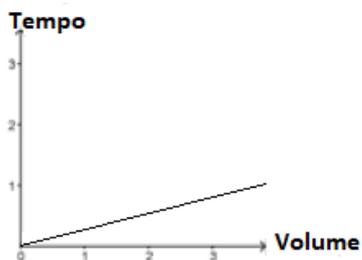


- a)  $[1,4]$  ou  $1 \leq x \leq 4$
- b)  $(3,5)$  ou  $3 < x < 5$
- c)  $[3,5]$  ou  $3 \leq x \leq 5$
- d)  $(1,4)$  ou  $1 < x < 4$
- e) N.D.A

9) Uma mangueira é usada para encher uma piscina rasa vazia. O gráfico abaixo mostra o volume (em galões) na piscina em função do tempo (em minutos).



Defina uma fórmula para calcular o tempo,  $t$ , em função do volume,  $v$ .



- a)  $v(t) = at$
- b)  $v(t) = at + b$
- c)  $t(v) = av, a \geq 1$
- d)  $t(v) = av, a < 1, a \neq 0$
- e) N.D.A

10) A distância  $s$  (metros) percorrida por um carro se movendo em linha reta é dada pela função,  $s(t) = t^2 + t$ , onde  $t$  é medido em segundos. Encontre a velocidade média, em metros, para o período de tempo de  $t = 1$  a  $t = 4$ .

- a)  $v_m = \frac{22}{3} m/s$
- b)  $v_m = 20 m/s$

- c)  $v_m = 6m/s$   
d)  $v_m = 2m/s$   
e)  $v_m = \frac{11}{2}m/s$

Esta tabela se refere às questões 11.a e 11.b

$x$	$f(x)$	$g(x)$
-2	0	5
-1	6	3
0	4	2
1	-1	1
2	3	-1
3	-2	0

11a) Dada a tabela acima, determine  $f(g(3))$

- a) 4  
b) 5  
c) 0  
d) -2  
e) N.D.A

11b) Lembrando que " $g^{-1}$  significa a "a função inversa de  $g$ ", determine  $g^{-1}(-1)$

- a) 1  
b) 2  
c) 3  
d) 1/3  
e) N.D.A

12) Dado que  $f$  é definido por  $f(t) = 100t$ , defina a formula de  $f^{-1}$  (função inversa de  $f$ ):

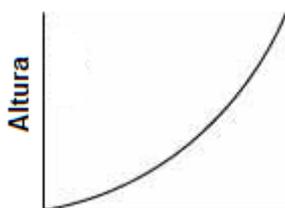
- a)  $t = 100f(t)$   
b)  $f^{-1}(t) = -100t$

$$c) f^{-1}(t) = \frac{1}{100t}$$

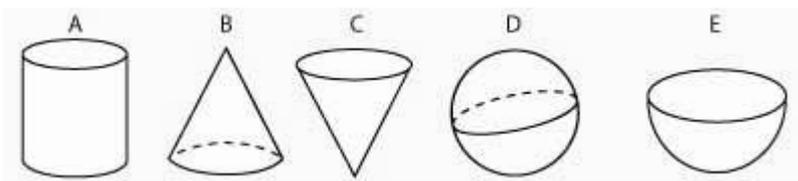
$$d) f^{-1}(t) = \frac{1}{100}t$$

e) N.D.A

13)



O gráfico acima representa a altura da água em função do volume conforme a água é despejada em um recipiente. Qual contêiner é representado por este gráfico?

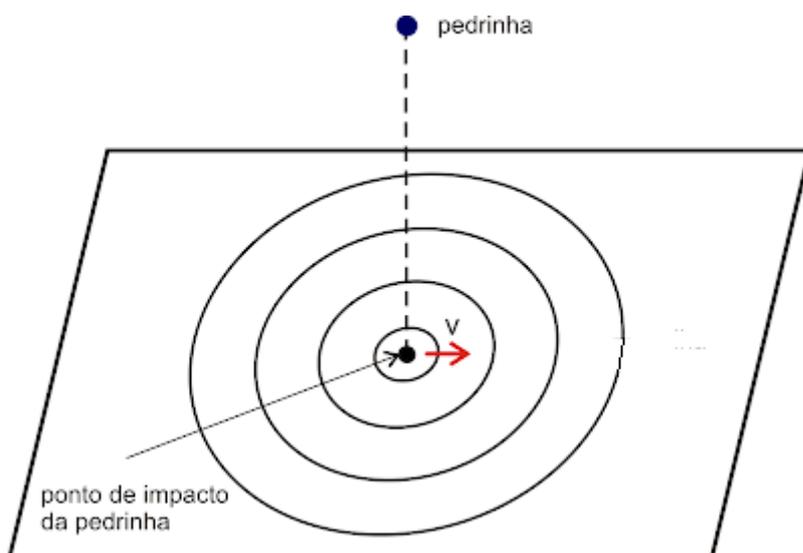


- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

14) Dadas as funções  $h(x) = 3x - 1$  e  $g(x) = x^2$ , encontre  $g(h(2))$ .

- a) 13
- b) 11
- c) 25
- d) 1
- e) N.D.A

15) Uma pedrinha é lançada em um lago, criando uma ondulação circular a uma velocidade de  $5\text{cm/s}$ . Expresse a área  $A$  do círculo em função do tempo  $(t)$ .

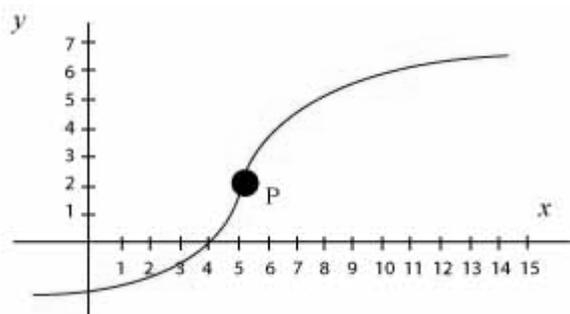


- a)  $25\pi t$
- b)  $\pi t^2$
- c)  $25\pi t^2$
- d)  $5\pi t^2$
- e)  $10\pi t$

16) A comissão de jogo da vida selvagem despejou 5 latas de peixes (cada uma pode conter aproximadamente 100 peixes) no lago de um fazendeiro. A função  $N$  definida por  $n(t) = \frac{600t+5}{0,5t+1}$  representa o número aproximado de peixes no lago como uma função do tempo (em anos). Qual das opções a seguir melhor descreve como o número de peixes no lago muda com o tempo?

- a) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 500.
- b) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 1.200.
- c) O número de peixes fica menor a cada ano, mas não fica menor que 500.
- d) O número de peixes aumenta a cada ano, mas não ultrapassa 600.
- e) O número de peixes fica menor a cada ano, mas não fica menor que 1200.

17) Ao traçar uma reta tangente a um determinado ponto de uma função, podemos observar se ela está variando de forma crescente ou decrescente. Sendo  $P$  um ponto de inflexão, usando o gráfico abaixo, explique o comportamento da função  $f$  no intervalo de  $x = 5$  a  $x = 12$ .



- a) Aumentando em uma taxa crescente.
- b) Aumentando em uma taxa decrescente.
- c) Aumentando a uma taxa constante.
- d) Diminuindo em uma taxa decrescente.
- e) Diminuindo em uma taxa crescente.

18) Se  $S(m)$  representa o salário (por mês) de um funcionário após  $m$  meses de trabalho, descreva o que representaria a função  $R(m) = S(m + 12)$ .

- a) Salário após  $m + 12$  meses de trabalho.
- b) 12 reais a mais que o salário  $S(m)$ .
- c) 12x o salário  $S(m)$ .
- d) Salário  $S(m)$  de um ano de trabalho.
- e) N.D.A

19) Qual é o domínio (condição de existência de  $x$ ) da função  $f(x) = \frac{\sqrt{x+2}}{x-1}$ ?

- a)  $\{x \neq 1\}$
- b)  $\{x \geq -2\}$
- c)  $\{x \geq -2, x \neq 1\}$
- d)  $\{x > -2, x \neq 1\}$
- e) N.D.A

20) Um cartão de crédito aumenta seu valor de acordo com a função,  $b(t) = \frac{5}{2}t + 100$ , onde  $b$  é o valor do cartão (em reais) e  $t$  é o tempo (em anos) desde a compra do cartão. Qual das seguintes opções descreve o que  $\frac{5}{2}$  significa na situação?

- I. O valor dos cartões aumenta em R\$ 5,00 a cada 2 anos.
- II. A cada ano o valor dos cartões é 2,5 vezes maior que no ano anterior.
- III. O valor dos cartões aumenta em  $\frac{5}{2}$  reais a cada ano.
- a) Somente I. está correta
- b) Somente II. está correta
- c) Somente III. está correta
- d) II. e III. estão corretas
- e) I. e III. estão corretas

21) Uma função  $f$  é definida pelo gráfico a seguir. Qual das alternativas a seguir descreve melhor o comportamento de  $f$ ?



- I. Conforme o valor de  $x$  aumenta, o valor de  $f$  aumenta.
- II. Conforme o valor de  $x$  aumenta, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
- III. Conforme o valor de  $x$  se aproxima de 0, o valor de  $f$  se aproxima de 0.
- a) Somente I. está correta
- b) Somente II. está correta
- c) Somente III. está correta
- d) II. e III. estão corretas
- e) I. e III. estão corretas

22) Qual das opções a seguir descreve melhor a função  $f$  definida por,  $f(x) =$

$$\frac{x^2}{x-2}?$$

- I. Conforme o valor de  $x$  fica muito grande, o valor de  $f$  se aproxima de 2.
- II. À medida que o valor de  $x$  fica muito grande, o valor de  $f$  aumenta.
- III. Conforme o valor de  $x$  se aproxima de 2, o valor de  $f$  se aproxima do infinito.
- a) Somente I. está correta

- b) Somente II. está correta
- c) Somente III. está correta
- d) II. e III. estão corretas
- e) I. e II. estão corretas