

Uma Ferramenta CASE E-learning para Transações e Controle de Concorrência em SGBDR

Michelle da Silva Martins¹, Gilberto Irajá Müller¹

¹Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
Caixa Postal 275 – 93.022-000 – São Leopoldo – RS – Brazil

michelle.dsmartins@gmail.com, gimuller@unisinis.br

Abstract. *Database Management Systems (DBMS) are fundamental in day-to-day, for this reason, learning it is essential for professionals in the field. In addition, the topic is approached in computer courses at universities which, in turn, encourage the student to practice. This study aims to present an E-learning CASE tool that support the learning of Transactions and Concurrency Control in Relational DBMS. The evaluation of the prototype was performed with specialists and a class of Database Systems through the application of the TAM (Technology Acceptance Model) model and in the application of exercises. The results were satisfactory, showing that the tool had achieved good performance and acceptance.*

Resumo. *Sistemas de Gerência de Banco de Dados (SGBDs) são fundamentais no dia-a-dia, por isso, seu aprendizado é essencial para os profissionais da área. Além disso, o tema é abordado nos diversos cursos de computação das universidades que, por sua vez, incentivam o aluno à prática. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma ferramenta CASE E-learning que aborde Transações e Controle de Concorrência em SGBD Relacional. A avaliação do protótipo foi realizada com especialistas e uma turma de Sistemas de Banco de Dados através da aplicação do modelo TAM (Technology Acceptance Model) e exercícios. Os resultados demonstraram-se satisfatórios, mostrando que a ferramenta teve bom desempenho e aceitação.*

1. Introdução

Bancos de Dados estão em diversas atividades realizadas diariamente pelas pessoas, incluindo processos como a compra de um produto em uma loja *on-line*, transações bancárias, reservas de hotéis ou de voos, entre outros [Elmasri and Navathe 2011, p.500]. Para facilitar a programação de aplicações de Banco de Dados, surgiram os Sistemas de Gerência de Banco de Dados (SGBD).

A importância da informação nas organizações, elo que estabelece a relevância do Banco de Dados, gerou o desenvolvimento de um grande conjunto de conceitos e técnicas para gerenciamento de dados [Silberschatz et al. 2010, p.1]. As pesquisas na área de Banco de Dados resultaram em um conjunto de técnicas, processos e notações para Banco de Dados, que são amplamente suportados por ferramentas CASE [Heuser 2009].

Conforme [Heuser 2009], os conhecimentos necessários aos profissionais de informática são abordados nas disciplinas de Banco de Dados dos cursos de graduação. De acordo com a [SBC 2005], Sistemas de Banco de Dados é uma das áreas de conhecimento contempladas pelos cursos de tecnologia da computação. O Curso de Ciência da Computação, por exemplo, possui a disciplina de Banco de Dados na sua grade curricular base, na qual, dentre os conteúdos obrigatórios estão incluídos: componentes e arquitetura de sistemas de Banco de Dados, uso de

linguagem declarativa para consulta e funções de SGBD, gerenciamento de transações, controle de concorrência, gerenciamento de recuperação e métodos de acesso [ACM 2013]. De acordo com [Soler et al. 2009], além dos conteúdos supracitados, o método de ensino é tão importante quanto o conteúdo do curso. Em geral, os professores acreditam que os estudantes precisam de conhecimento sólido teórico e desenvolvimento prático das habilidades de Banco de Dados. Nesse contexto, ferramentas *E-learning* se tornam fundamentais para complementar o ensino em sala de aula.

1.1. Contexto desta Pesquisa

Com o passar dos anos, o uso de plataformas *E-learning* tem aumentando cada vez mais. Existem ferramentas que permitem apresentação teórica e verificações práticas, inclusive, em algumas áreas de conhecimento o ensino prático da teoria possui papel fundamental. Sendo assim, esse estudo pode ser representado pela seguinte questão de pesquisa: **Ferramentas CASE *E-learning* melhoram a aprendizagem de Transações e Controle de Concorrência em Sistemas de Gerência de Banco de Dados Relacional?**

Para responder essa questão, os seguintes objetivos foram realizados: **(i)** desenvolvimento de um protótipo de uma ferramenta CASE *E-learning* para aprendizagem de Transações e Controle de Concorrência em Bancos de Dados Relacional; **(ii)** estudo comparativo com trabalhos correlatos; **(iii)** validação e teste do protótipo com professores especialistas em Sistemas de Banco de Dados; **(iv)** análise de desempenho dos alunos com e sem a utilização do protótipo para verificar se o desempenho é melhor com a utilização do protótipo e **(v)** análise de aceitação do protótipo em uma turma de Sistemas de Bancos de Dados.

Esse estudo justifica-se em função de Banco de Dados ter se tornado parte significativa no dia-a-dia, seja através de dispositivos, *Softwares* ou *Websites*. Por esse motivo, o conhecimento na área de Banco de Dados se torna relevante para carreiras relacionadas à tecnologia [Nalintippayawong et al. 2017]. O uso de novas ferramentas *E-learning* para Banco de Dados fornece aos estudantes um processo de aprendizagem diferente e valioso que os métodos tradicionais não proporcionam [Regueras et al. 2007]. Salienta-se que, até o momento desta pesquisa, não foi encontrada uma ferramenta CASE *E-learning* que aborde os conteúdos de Transações e Controle de Concorrência em Banco de Dados Relacionais.

2. Trabalhos Relacionados

[Barker and Douglas 2003] desenvolveram uma ferramenta educacional para auxiliar no ensino de processamento de transações de Banco de Dados chamada de DTST (*Database Transaction Schedule Testing*). DTST é uma ferramenta que permite testar *schedules* para verificar se satisfazem ou não as propriedades CRAS. O *schedule* escolhido pode ser qualquer *schedule* desde que seja sintaticamente correto e a propriedade CRAS a ser testada também seja de livre escolha do usuário.

[Douglas and Barker 2005] apresentaram um *Software* educacional para auxiliar no entendimento das propriedades de *schedules*. Nessa ferramenta foram incluídas as propriedades: **(i)** serialização de conflito; **(ii)** serialização de visão; **(iii)** recuperabilidade; **(iv)** evitar abortos em cascata; **(v)** *strictness*, e **(vi)** rigor, que garante que uma transação não irá ler e nem escrever um item de dado sem que outra transação que realize operações sobre ele tenha feito *commit* ou *abort*. O funcionamento da ferramenta é basicamente a inserção de um *schedule* sintaticamente correto e qual propriedade será verificada. O sistema retorna se o *schedule* satisfaz ou não a propriedade escolhida e oferece uma explicação do resultado.

[Harezlak and Werner 2010] realizaram um estudo sobre a plataforma MOODLE (*Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) e as possibilidades de oferecer o ensino prático dos temas abordados em disciplinas de Banco de Dados. Os conteúdos de Banco de Dados abordados foram: **(i)** comandos DCL (*Data Control Language*); **(ii)** comandos DDL (*Data Definition Language*); **(iii)** comandos DML (*Data Manipulation Language*), e **(iv)** gerenciamento de transações. Em relação às funcionalidades, a ferramenta concentra-se nas propriedades ACID e na definição do escopo de uma transação. Na funcionalidade referente à propriedade de Atomicidade, foram abordados os comandos *lock* e *unlock*. Portanto, a ferramenta também auxilia no ensino de processamento concorrente de transações e noções básicas de protocolos de bloqueio com comandos DML (alto nível).

A partir das características e funcionalidades dos trabalhos correlatos, foi elaborada uma lista de características que são ilustradas no Quadro 1.

Quadro 1. Comparativo de características dos trabalhos relacionados

Características	DTST	E-learning tool for Database Administration	Moodle Extension with Management Mechanisms	Protótipo deste Estudo
Linguagem de Programação	PROLOG	PROLOG	PHP	JAVA
Interface	Linha de Comando	Web	Web	Web
Escopo de uma Transação	✓	✓	✓	✓
ACID			✓	✓
Estrutura de um <i>Schedule</i>	✓	✓	✓	✓
Notação read/write	✓	✓		✓
Serialização de Conflito	✓	✓		✓
Serialização de Visão		✓		✓
Grafo de Precedência				✓
Notação lock-S/lock-X				✓
2PL				✓
Deadlock				✓
Instrução Condicional				✓

Com base na pesquisa bibliográfica e na análise dos trabalhos relacionados sumarizados na Quadro 1, percebe-se que existem poucas ferramentas *E-learning* que visam o ensino de Transações e Controle de Concorrência em Bancos de Dados Relacionais. Em relação aos temas abordados, nenhuma ferramenta correlata aborda as técnicas de Controle de Concorrência de protocolos de bloqueio em duas fases (2PL), detecção de serialização de conflito através de grafo de precedência e notação utilizada na literatura, que são as principais contribuições deste estudo. A lista de características tem como base os temas abordados em [Silberschatz et al. 2010] e [Elmasri and Navathe 2011].

3. Protótipo e Tecnologias Utilizadas

No desenvolvimento do protótipo foi utilizado a tecnologia Web com a linguagem Java EE 8. Para a camada de apresentação do protótipo, foi utilizada a tecnologia JSF (*JavaServer Faces*) integrada com a suíte de componentes *PrimeFaces* versão 6. Além destas, foi utilizado o *Framework Weld*

para dar suporte ao CDI (*Contexts and Dependency Injection*). Por fim, optou-se pelo servidor de aplicação *opensource Wildfly* versão 11. Em relação ao protótipo, permite-se criar *schedules*, importar e exportar *schedules* no formato JSON, além de uma documentação que aborda os principais tipos de transações e protocolos. Para cada *schedule*, é possível visualizar o impacto da execução de cada linha nas variáveis acessadas e atualizadas por ele, bem como a geração de grafo de precedência. Ainda, permite a verificação da classificação de um *schedule* e utilização de instrução condicional e protocolos de bloqueio. As Figuras 1, 2 e 3 ilustram o protótipo.

Schedule with IF Statement

Run Next

Variables	T1	T2
a = 1	a = 0	a = 1
b = 1	b = 1	b = 0

```

T1
1 read(a)
2 read(b)
3
4
5
6 if a = 0 then b = b + 1
7 write(b)

T2
1
2
3 read(a)
4 read(b)
5 if b = 0 then a = a + 1
6
7
8 write(a)
    
```

Figura 1. Exemplo Predefinido de *Schedule* com instrução condicional

Not Conflict Serializable Concurrent Schedule
The Graph of A variable has a Cycle

Run Next

Variables	T1	T2
x = 100	x = 0	x = 0
y = 200	y = 0	y = 0

```

T1
1 read(x)
2 x = x - 1
3
4 write(x)
5 read(y)
6
7 y = y + 1
8 write(y)

T2
1
2
3 read(x)
4 x = x + 2
5
6 write(x)
    
```

Graph

```

graph LR
    T1((T1)) -- x --> T2((T2))
    T2 -- x --> T1
    
```

Figura 2. Exemplo Predefinido de *Schedule* com geração de grafo cíclico

Schedule with Deadlock

Run Next

Variables	T1	T2
b = 50	b = 50	b = 0
a = 0	a = 0	a = 200

```

T1
1 lock->(b)
2 read(b)
3 b = b - 50
4 write(b)
5
6
7
8 lock->(a)
9 read(a)
10 a = a - 50
11 write(a)
12 unlock(a)

T2
1
2
3
4
5 lock-s(a)
6 read(a)
7 lock-s(b)
    
```

DEADLOCK
T1 is locking B, T2 cannot obtain a shared lock
T2 is locking A, T1 cannot obtain an exclusive lock

Figura 3. Exemplo Predefinido de *Schedule* com *Deadlock*

4. Materiais e Métodos

Esta seção dedica-se à apresentação do planejamento da avaliação deste estudo, onde foi realizada a validação com especialistas em Sistemas de Banco de Dados, avaliação com uma turma de Sistemas de Banco de Dados através da aplicação de exercícios e da aceitação do protótipo. A coleta de dados (ver [formulários](#)) foi realizada em três etapas: (i) na primeira etapa os alunos

responderam uma lista de exercícios sobre Transações com consulta ao material apresentado pelo professor; **(ii)** em seguida responderam os mesmos exercícios com a utilização do protótipo, sem conhecimento da sua performance na primeira etapa; e **(iii)** na última etapa os mesmos alunos responderam o questionário baseado no modelo TAM (*Technology Acceptance Model*) para avaliar a aceitação do protótipo.

No modelo TAM foram definidas cinco hipóteses: **(i)** H1: Facilidade de Uso irá influenciar positivamente a Atitude para o Uso da ferramenta; **(ii)** H2: Utilidade Percebida irá influenciar positivamente a Atitude para o Uso da ferramenta; **(iii)** H3: Utilidade Percebida irá influenciar positivamente a Intenção de Usar a ferramenta; **(iv)** H4: Facilidade de Uso irá influenciar positivamente a Utilidade Percebida da ferramenta; e **(v)** H5: Atitude para o Uso irá influenciar positivamente a Intenção de Usar a ferramenta [Liu 2014]. Além disso, para a elaboração do questionário de aceitação foi utilizada a escala Likert. A análise de aceitação do protótipo ocorreu conforme: **(i)** teste de confiança para medir a validade e consistência dos itens de cada constructo; **(ii)** análise de correlação para medir a convergência dos itens do questionário TAM, e **(iii)** teste de hipóteses. Todas as análises estatísticas de aceitação do protótipo foram realizadas com a utilização da ferramenta *SPSS Statistics Subscription* versão 1.0.0-2482.

4.1. Análise dos Especialistas

A análise com especialistas teve a contribuição de quatro professores de Sistemas de Banco de dados com experiência na atividade (3 anos, 4 anos, 7 anos e 23 anos). Nenhum dos especialistas utiliza ferramentas CASE para aprendizagem de Transações e Controle de Concorrência. O questionário submetido aos Especialistas é composto por três seções: Facilidade de Uso (FU), Utilidade Percebida (UP) e consistência da ferramenta (CF). A Tabela 1 apresenta a sumarização das duas primeiras seções.

Tabela 1. Análise dos Especialistas

Questão	Concordo Plenamente	Concordo
UP - Acho importante ter uma ferramenta CASE para aprendizagem de Transações e controle de concorrência em SGBDR	75%	25%
UP - Executar o <i>schedule</i> linha a linha facilita a compreensão do conteúdo	75%	25%
UP - A funcionalidade de visualização de grafos ao lado da variável facilita a compreensão do conteúdo de serialização de conflito	75%	25%
UP - Os termos utilizados na ferramenta estão de acordo com a literatura	50%	50%
UP - A ferramenta estar na web facilita o acesso para os alunos	100%	
FU - A interface é de fácil compreensão e intuitiva	25%	75%
FU - Não encontrei dificuldades ao utilizar a ferramenta		100%
FU - A documentação está de acordo com o conteúdo apresentado na literatura	50%	50%
FU - A documentação explica o funcionamento da ferramenta claramente	50%	50%

* Os níveis de concordância Indeciso, Discordo e Discordo Plenamente tiveram percentual zerado.

Conforme ilustrado na Tabela 1, os resultados foram satisfatórios em todas as questões. As respostas apontam que os especialistas consideram o protótipo útil, fácil e importante para auxílio na aprendizagem. A Tabela 2 mostra a consistência com base nos especialistas.

Tabela 2. Avaliação da Consistência da Ferramenta

Questão	Sim	Não
CF - Em relação ao Schedule Serial (Examples → Transactions → Serial Schedule), a ferramenta produz resultado consistente	100%	
CF - Em relação ao Schedule Concorrente e Serializável (Examples → Transactions → Concurrent Schedule), a ferramenta produz resultado consistente	100%	
CF - O Grafo cíclico que a ferramenta gera para a variável A no Schedule não serializável por conflito (Examples → Transactions → Not Conflict Serializable Schedule), está correto	100%	
CF - O Schedule de visão serializável (Examples → Transactions → View Serializable Schedule) é equivalente em visão ao Schedule Serial apresentado ao lado	100%	
CF - Em relação ao protocolo Lock (Examples → Protocols → Locks), a ferramenta realiza o bloqueio das variáveis corretamente	100%	
CF - Em relação ao Deadlock (Examples → Protocols → Deadlocks), a ferramenta detecta um deadlock	100%	

Observa-se na Tabela 2 que a validação da consistência para os principais exemplos utilizados na literatura sobre Sistemas de Banco de Dados [Silberschatz et al. 2010] e [Elmasri and Navathe 2011]. As questões de consistência visaram identificar se os principais exemplos estão sendo apresentados e executados de forma consistente, sendo eles: *schedule* serial, não serial (sem equivalência), serializável de conflito e de visão, grafo de precedência, protocolos de bloqueio e detecção de *deadlock*. A partir das respostas dos especialistas, foi possível concluir que o protótipo é consistente e produz o resultado esperado. Ressalta-se que os especialistas deixaram sugestões visando melhorar a usabilidade e que foram prontamente implementadas.

4.2. Análise de Desempenho

Foram considerados 18 respondentes com o seguinte perfil: idades entre 20 e 27 anos; 78% do sexo masculino; 94% trabalha com Tecnologia da Informação; 78% possui experiência em Banco de Dados; 67% possui experiência com mecanismos de SGBDR; e 89% está cursando Ciência da Computação, além de 11% em Sistemas de Informação.

A lista de exercícios abordou apenas o conteúdo de Transações em Banco de Dados Relacionais em função do calendário acadêmico. A Tabela 3 apresenta o comparativo de acertos dos alunos sem (apenas material de apoio do professor) e com a utilização do protótipo.

Tabela 3. Comparativo de acertos com e sem o uso do protótipo

Questão	Acertos sem a Ferramenta	Acertos com a Ferramenta	Diferença	Média Diferença
1	63,89%	73,61%	9,72%	21,18%
2	72,22%	72,22%	0,00%	
3	94,44%	98,61%	4,17%	
4	62,50%	83,33%	20,83%	
5	54,16%	73,61%	19,45%	
6	33,33%	55,55%	22,22%	
7	44,44%	66,67%	22,23%	
Total	66,67%	78,54%	11,87%	

Conforme mostrado na Tabela 3, os alunos apresentaram melhor desempenho na

realização dos exercícios com a utilização do protótipo. Ressalta-se que as três primeiras questões da lista de exercícios, principalmente a questão 2, são de baixa dificuldade, por isso, apresentou menor diferença em relação às demais questões com melhoria de 4,63%. As questões 4, 5, 6 e 7 eram de maior complexidade resultando em desempenho de 21,18%. Considerando todas as questões da lista de exercícios, na primeira fase foi de 66,67% contra 78,54% da segunda fase, obtendo uma melhoria de 11,87%. Além disso, o tempo de resposta também foi influenciado, pois na primeira fase os alunos levaram em média 14 minutos e 56 segundos e, na segunda fase, levaram 11 minutos e 37 segundos, redução de 21,91%.

4.3. Análise de Aceitação da Ferramenta

Como a análise de aceitação foi realizada em momento diferente da análise de desempenho e nem todos alunos estavam presentes, foram considerados 16 respondentes com o seguinte perfil: idades entre 20 e 25 anos; 75% são do sexo masculino; 94% trabalha com Tecnologia da Informação; 75% possui experiência em Banco de Dados; 69% possui experiência com mecanismos de SGBDR; e 94% está cursando Ciência da Computação, além de 6% em Sistemas de Informação. Iniciou-se pela análise de confiabilidade, cujos resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Análise de Confiabilidade

Constructos	Itens	Média (\bar{x})	Desvio Padrão (σ)	Alfa de Cronbach (α)
Facilidade de Uso (FU)	4	4,13	0,20	0,856
Utilidade Percebida (UP)	5	4,29	0,16	0,733
Atitude para o Uso (AU)	4	4,53	0,12	0,709
Intenção de Usar (IA)	3	4,27	0,18	0,644
Todos constructos	16	4,30	0,15	0,913

De acordo com [Taber 2017], as classificações de confiabilidade considerando o Alfa de Cronbach foram: **alta** para o constructo Facilidade de uso, **boa** para o constructo Utilidade Percebida, **relativamente alta** para o constructo Atitude para o Uso, **adequadas** para o constructo Intenção de Usar e **ótima** considerando todos os constructos. Observa-se que poderá influenciar na confiabilidade em função do tamanho da amostra, visto que nesta análise foi de 16 respondentes. As médias indicam ainda que as respostas estão entre concordo e concordo plenamente, além do desvio padrão apresentar pouca dispersão.

A segunda análise realizada foi a de correlação bilateral utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. O objetivo dessa análise foi identificar a relação entre os quatro constructos conforme Tabela 5.

Tabela 5. Correlação de Pearson

	FU	UP	AU	UI
Facilidade de Uso (FU)	1	0,542*	0,684**	0,633**
Utilidade Percebida (UP)	0,542*	1	0,795**	0,785**
Atitude para o Uso (AU)	0,684**	0,795**	1	0,932**
Intenção de Usar (IU)	0,633**	0,785**	0,932**	1

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

A Tabela 5 mostra que as correlações são positivas e significativas com $p < 0,05$ ou $p < 0,001$.

A fim de testar as cinco hipóteses do modelo TAM, foram realizadas análises de regressão linear considerando os níveis de significância 0,05, 0,01 e 0,001. As primeiras hipóteses testadas foram H1 e H2, considerando FU e UP para o cálculo da variável dependente AU. A Tabela 6 apresenta o resumo da análise de regressão linear para H1 e H2.

Tabela 6. Preditores FU e UP e variável dependente AU

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,850 ^a	0,723	0,68	0,27255

a. Preditores: (Constante), UP, FU

Coefficientes

Modelo	Coefficientes não Padronizados		Coefficientes Padronizados		t	Sig
	B	Erro Padrão	Beta (β)			
(Constante)	1,711	0,491			3,485	0,004
1 FU	0,217	0,105	0,359		2,064	0,06
UP	0,449	0,13	0,6		3,455	0,004

a. Variável Dependente: AU

Conforme ilustrado na Tabela 6, o valor do R² mostra que FU e a UP explicam 72,3% da Atitude para o Uso da ferramenta. Além disso, através do coeficiente padronizado β é possível verificar o quanto cada constructo impacta sobre a variável dependente. Os resultados mostram que a UP tem um grande impacto na AU enquanto que a FU tem menor impacto. Dessa forma, a hipótese H1 é rejeitada com $\beta = 0,359$ e nível de significância maior do que 0,05. Em contrapartida, a hipótese H2 é confirmada com $\beta = 0,6$ e nível de significância menor do que 0,01. Em seguida, foi realizada a análise para H3 e H5, considerando UP e AU para o cálculo da variável dependente IU. A Tabela 7 apresenta o resumo dessa análise.

Tabela 7. Preditores UP e AU e variável dependente IU

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,934 ^a	0,873	0,854	0,27626

a. Preditores: (Constante), AU, UP

Coefficientes

Modelo	Coefficientes não Padronizados		Coefficientes Padronizados		t	Sig
	B	Erro Padrão	Beta (β)			
(Constante)	-1,983	0,681			-2,911	0,012
1 UP	0,136	0,182	0,122		0,748	0,0468
AU	1,251	0,244	0,835		5,128	0

a. Variável Dependente: IU

O valor do R² apresentado na Tabela 7 indica que a UP e a AU explicam 87,3% da IU. Mostra ainda que a AU tem impacto importante na IU com $\beta = 0,835$ e nível de significância menor que 0,000, enquanto que a UP tem baixo impacto com $\beta = 0,122$ e nível de significância menor do que 0,05. Dessa forma, as hipóteses H3 e H5 são confirmadas. Por fim, foi realizada a análise para H4, considerando apenas FU para o cálculo da variável dependente UP. A Tabela 8 apresenta o resumo dessa análise.

Tabela 8. Preditor FU e variável dependente UP

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,542 ^a	0,294	0,244	0,56078

a. Preditores: (Constante), FU

Modelo	Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados		t	Sig
	B	Erro Padrão	Beta (β)			
(Constante)	2,475	0,763			3,241	0,006
1 FU	0,439	0,182	0,542		2,415	0,03

a. Variável Dependente: UP

A FU explica apenas 29,4% da UP conforme Tabela 8. Baseado no coeficiente padronizado β , a FU tem impacto significativo na UP. Com isso, a hipótese H4 é confirmada com $\beta = 0,542$ e nível de significância menor que 0,05. A Tabela 9 apresenta o resumo dos testes de hipóteses.

Tabela 9. Testes de Hipóteses

Hipótese	Resultado
H1	Não confirmada ($\beta = 0,359$, $p > 0,05$)
H2	Confirmada ($\beta = 0,6$, $p < 0,01$)
H3	Confirmada ($\beta = 0,122$, $p < 0,05$)
H4	Confirmada ($\beta = 0,542$, $p < 0,05$)
H5	Confirmada ($\beta = 0,835$, $p < 0,001$)

Destaca-se entre as hipóteses que a H2 e H5 possuem melhores resultados, mostrando que a UP exerce grande influência sobre a AU, que por sua vez, impacta significativamente a IU. A hipótese H1 mostra que a FU não influencia na AU. A Figura 4 apresenta o modelo TAM após os valores computados.

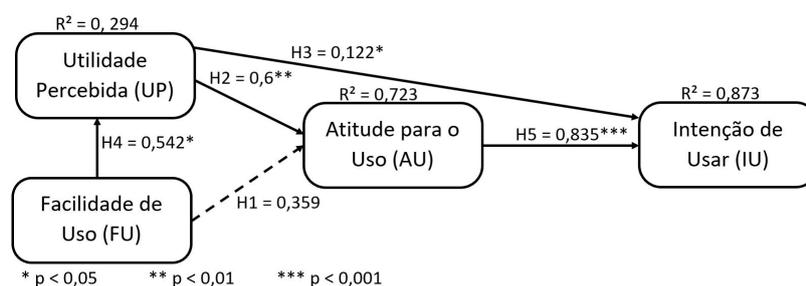


Figura 4. Resultados da análise de regressão linear

5. Considerações finais

O conhecimento na área de Banco de Dados se tornou fundamental para carreiras relacionadas à tecnologia, fato este que faz com que os cursos de Tecnologia da Informação das universidades contemplem atividades de Banco de Dados. Nesse contexto, destacam-se as ferramentas *E-learning* que, através dos trabalhos correlatos, foi possível verificar uma lacuna nos temas de Transações e Controle de Concorrência em SGBDRs, motivação deste estudo. Em relação aos especialistas, os

seus resultados foram satisfatórios, confirmando que o protótipo é útil e consistente na aprendizagem. Através da análise de desempenho dos alunos e de aceitação do protótipo, conclui-se que este estudo respondeu a questão de pesquisa e cumpriu com os objetivos supracitados. Destaca-se a qualidade dos resultados na análise que permitiram discussões relevantes sobre a melhoria no processo de aprendizagem, enfatizando a importância do ensino prático.

Referências

- ACM (2013). *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. ACM, New York.
- Barker, S. and Douglas, P. (2003). An e-learning tool for understanding schedule properties. In *Proceedings ITCC 2003. International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, pages 53–57. IEEE.
- Douglas, P. and Barker, S. (2005). An e-learning tool for database administration. In *International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'05) - Volume II*, volume 1, pages 453–458 Vol. 1. IEEE.
- Elmasri, R. and Navathe, S. B. (2011). *Sistemas de Banco de Dados*. Pearson Addison Wesley, São Paulo, 6th edition.
- Harezlak, K. and Werner, A. (2010). Extension of the MOODLE e-learning platform with database management mechanisms. In *3rd International Conference on Human System Interaction*, pages 491–495. ACM.
- Heuser, C. A. (2009). *Projeto de Banco de Dados*. Bookman Editora, Porto Alegre, 4th edition.
- Liu, X. Y. (2014). An Analysis of Technology Acceptance Model: Exploring user acceptance and intension of taxi-hailing app in shanghai. Thesis (Bachelor of Science in the Programme Software Engineering and Management), Göteborg, Sweden.
- Nalintippayawong, S., Atcharyachanvanich, K., and Julavanich, T. (2017). Dblearn: Adaptive e-learning for practical database course #x2014; an integrated architecture approach. In *2017 18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, pages 109–114. IEEE.
- Regueras, L. M., Verdú, E., Verdú, M. J., Pérez, M. Á., and De Castro, J. P. (2007). E-learning strategies to support databases courses: a case study. In *Actas del 1er Congreso Internacional de Tecnología, Formación y Comunicación*, López, A.(dir), García, FJ, Seoane, A. M, Morales, EM (eds.), pages 127–130.
- SBC (2005). Currículo de Referência da SBC. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005>>. Acesso em: 10 setembro 2017.
- Silberschatz, A., Korth, H. F., and Sudarshan, S. (2010). *Sistemas de Banco de Dados*. Pearson Makron Books, São Paulo, 3rd edition.
- Soler, J., Boada, I., Prados, F., Poch, J., and Fabregat, R. (2009). Database design using a web-based e-learning tool. In *Proc. 2nd Workshop on Methods and Cases in Computing Education (MCCE)*, pages 31–40. ACM.
- Taber, K. S. (2017). The use of cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*.