

# ÁLGEBRA LINEAR NOS CURSOS DE ENGENHARIA: UMA ANÁLISE DA ESTRUTURA CURRICULAR DOS PROJETOS PEDAGÓGICOS DE TRÊS UNIVERSIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Juliana Martins Philot<sup>1</sup>

GDn°04 – Educação Matemática no Ensino Superior

**Resumo:** Pesquisas relatam a importância da Álgebra Linear nos cursos de Engenharia assim como as dificuldades dos alunos e professores no ensino e aprendizagem desta. Essas dificuldades estão relacionadas principalmente ao formalismo, abstração dos conceitos, descontextualização em conjunto com a imaturidade Matemática dos alunos no momento precoce no qual é exposto a esse conteúdo. Algumas das metodologias utilizadas para enfrentar essas dificuldades são a busca por maior contextualização assim como a análise curricular. Uma das teorias que pode ser utilizada para abordar essas questões é Teoria da Matemática no Contexto da Ciência que trata tanto da contextualização no seu Modelo Didático da Matemática em Contexto como do currículo em sua metodologia DIPCING. Buscando propor futuramente uma disciplina de AL mais ajustada para o curso de Engenharia, neste artigo, conduzimos uma Análise de Currículo de AL nos cursos de Engenharia de três grandes Universidades Estadual do Estado de São Paulo. Desta forma, procuramos identificar em que período da grade curricular a Álgebra Linear está inserida, a carga horária, as disciplinas de Matemática oferecidas e em qual período assim como para quais disciplinas a Álgebra Linear é requisito. Os resultados desse levantamento irão nos ajudar na proposta de eventos contextualizados para o avanço no ensino e aprendizagem de Álgebra Linear.

**Palavras-chave:** Álgebra Linear. Ensino e Aprendizagem. Currículo. Engenharia.

## Introdução

Pesquisas em Educação Matemática revelam a importância de se ensinar e aprender Álgebra Linear nos cursos de serviço, devido à grande aplicação desta disciplina com outros conteúdos da Matemática e também com outras disciplinas não Matemáticas. Como apontado por Ribeiro (2018), a disciplina de Álgebra Linear (AL) surgiu nas Universidades para abordar problemas práticos enfrentados nas Engenharias e Ciências correlatas.

Relatos de alunos e professores apontam para a Álgebra Linear como uma das disciplinas de maior dificuldade para o ensino e aprendizagem, como identificado no questionário aplicado por Celestino (2000) na sua dissertação. As dificuldades dos estudantes nessa disciplina estão relacionadas à falta de maturidade Matemática dos alunos

---

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP; Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática; juliana.philot@maua.br; orientador(a): Barbara Lutaif Bianchini.

no momento em que esse conteúdo é abordado, o formalismo, a abstração dos conceitos, sendo estes os principais entraves relatados.

Como enfatizado por Ribeiro (2018), o ensino dos conteúdos de AL de forma desvinculada pode contribuir para as dificuldades do processo de ensino e aprendizagem desta. Camarena (2017), destaca a importância da contextualização.

[...] é importante porque um conceito matemático contextualizado adquire significado por meio das contextualizações realizadas para a apresentação de um determinado assunto, porque os conceitos não são isolados, são constituídos sob a forma de uma rede e mantêm relações entre eles (CAMARENA, 2000; MURO, 2004; TREJO, 2005 apud CAMARENA, 2017, p.11, tradução nossa).

Uma das teorias que buscam vincular a Matemática a outras ciências e às situações a serem enfrentadas pelos engenheiros em suas atuações profissionais é a Teoria da Matemática no Contexto da Ciência (MCC) (CAMARENA, 2013) por meio do Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo). Essa teoria utiliza o conceito de eventos contextualizados, que são problemas ou projetos que desempenham o papel de integrar as disciplinas Matemáticas e não Matemáticas, convertendo em ferramentas para o trabalho interdisciplinar no ambiente de aprendizagem. Esta teoria ressalta também a importância do currículo, possuindo uma Fase Curricular, conhecida como metodologia DIPCING (Diseño de Programas de Ciencias Básicas en Ingeniería). A DIPCING busca entender o papel da matemática na engenharia, através de reflexões: para que usam, onde usam e como usam, entre outras questões.

Uma das vertentes de pesquisa para propor avanços no ensino e aprendizagem da Álgebra Linear é a análise de currículos. Por exemplo, como relatado por Teixeira (2016), o grupo americano LACSG (do inglês, *Linear Algebra Curriculum Study Group*) investigou como aprimorar o currículo de AL na graduação, elaborando uma lista de recomendações, sendo uma delas que o conteúdo deveria atender as necessidades do curso.

Diante deste cenário, minha tese, tem como um dos objetivos propor uma disciplina de AL mais adequada (interdisciplinar e contextualizada) para o curso de Engenharia, bem como, em que momento da grade curricular esta deve estar presente. Com essa finalidade, pretende-se analisar o impacto da utilização de eventos contextualizados no ensino e na aprendizagem de autovalores e autovetores. Para atingir tais objetivos, uma das etapas iniciais do projeto consiste na análise dos currículos de AL nos cursos de Engenharia.

A seguir apresentamos a Análise de Currículo de AL nos cursos de Engenharia de três Universidades Estadual do Estado de São Paulo, renomadas que intitulamos de

Universidade A, B e C. Decidimos investigar estas Universidades pois são Universidades de referência no Estado de São Paulo e no mundo. Pesquisamos em que momento da grade curricular a Álgebra Linear é lecionada, a carga horária, quais disciplinas de Matemática são oferecidas antes e/ou juntamente com a disciplina Álgebra Linear e também quais disciplinas utilizam Álgebra Linear como requisito. Estas informações foram retiradas dos sites de tais Universidades em junho de 2018.

### **Apresentação e Análise dos dados**

Na Universidade A, exploraremos os seguintes cursos de Engenharia: Elétrica (ênfase em Controle e Automação, Computação, Eletrônica e Sistemas, e Energia e Automação Elétrica); Ambiental; Civil; Computação; Produção; Mecânica e Química. Para essas habilitações as disciplinas de Matemática envolvidas são as mesmas.

No primeiro período são oferecidas pelo departamento de Matemática as disciplinas Cálculo Diferencial e Integral I e Álgebra Linear I. No segundo período Cálculo Diferencial e Integral II e Álgebra Linear II. No terceiro período Cálculo Diferencial e Integral III. No quarto período Cálculo Diferencial e Integral IV. No quinto a disciplina de Métodos Numéricos e Aplicações.

Como nosso estudo é sobre AL descrevemos mais detalhadamente as disciplinas Álgebra Linear I e II e também analisamos as disciplinas Mecânica I e Métodos Numéricos e Aplicações que utilizam Álgebra Linear I como requisito. Por fim, as disciplinas Cálculo Diferencial e Integral III e IV que utilizam Álgebra Linear II como requisito. Entender a utilização dos conceitos de AL nessas disciplinas pode nos ajudar a perceber a interdisciplinaridade desta com as demais disciplinas de Matemática e até mesmo nos auxiliar na construção de eventos contextualizados.

Álgebra Linear I entrou em vigor 01.01.2016 com carga horária total de 60 h, aplicada semestralmente com 2 aulas semanais. Essa disciplina tinha por objetivo apresentar o método de escalonamento e suas aplicações para a resolução de sistemas lineares, ensinar as leis básicas do cálculo vetorial, estudar geometria analítica em dimensão 3 e introduzir os conceitos de espaços vetoriais, subespaços e suas propriedades. Mostrar como os métodos de AL são importantes para a área de engenharia, com aplicações interessantes e motivadoras.

Programa: O espaço dos vetores da geometria,  $V_3$  - soma de vetores e multiplicação de vetores por números reais, dependência linear, base, coordenadas, mudança de base, produto escalar; produto vetorial. Geometria analítica no espaço - sistemas de coordenadas, equações vetorial e paramétrica de retas e de planos, equações geral do plano, vetor normal a um plano, posição relativa entre retas, retas e planos e entre planos, distância. Sistemas lineares homogêneos e não homogêneos com coeficientes reais - resolução pelo método do escalonamento. Matrizes - operações com matrizes, representação matricial de um sistema linear, matrizes invertíveis, cálculo da matriz inversa através do escalonamento, determinante de uma matriz. Espaços vetoriais sobre  $\mathbb{R}$  - propriedades, subespaços vetoriais, dependência linear, base, dimensão, coordenadas. Soma e soma direta de subespaços vetoriais.

Álgebra Linear II entrou em vigor 01.01.2016 com carga horária total de 60 h, aplicada semestralmente com 2 aulas semanais. Essa disciplina tinha como objetivo mostrar como os métodos destes tópicos da AL são importantes para a área de Engenharia, com aplicações interessantes e motivadoras.

Programa: Espaços vetoriais com produto interno - ortogonalidade; bases ortonormais; processo de Gram-Schmidt; projeção ortogonal; melhor aproximação. Transformações lineares - núcleo e imagem; matriz de uma transformação linear; matriz da transformação composta; mudança de base. Autovalores e autovetores; diagonalização de operadores lineares. Operadores lineares simétricos - diagonalização; classificação de cônicas e de quádricas. Espaços vetoriais sobre  $\mathbb{C}$ . Equações e sistemas de equações diferenciais lineares de primeira ordem com coeficientes constantes.

No curso de Engenharia Elétrica também é oferecida uma disciplina optativa, ideal para o terceiro período, denominada Aplicações de Álgebra Linear e na Engenharia Civil temos também uma disciplina optativa, ideal para o quinto período, denominada Mecânica do Contínuo que tem como requisito Álgebra Linear II.

Na Universidade B, analisamos os cursos de dois campus diferentes que denotaremos por 1 e 2. No campus 1 examinaremos as seguintes habilitações: Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica e Produção. As disciplinas de Matemática que são ministradas nesses cursos são as mesmas.

No primeiro semestre do primeiro ano são oferecidas as disciplinas: Cálculo Diferencial e Integral I e Geometria Analítica e Álgebra Linear, no segundo semestre deste mesmo ano é oferecida Cálculo Diferencial e Integral II. No segundo ano, primeiro semestre ministra-se Cálculo Diferencial e Integral III e segundo semestre são lecionadas Cálculo Diferencial e Integral IV e Matemática Aplicada À Engenharia. No terceiro ano, no primeiro semestre está presente a última disciplina de Matemática que é Cálculo Numérico Computacional, sendo que esta disciplina no curso de Engenharia de Produção é oferecida no segundo semestre do segundo ano. Resumimos este fato no Quadro 1.

**Quadro 1: Período que as disciplinas da Universidade B, campus 1, são cursadas e em qual modalidade.**

	Mecânica	Produção	Civil	Elétrica
Cálculo I	1º	1º	1º	1º
Geometria Analítica e Álgebra Linear	1º	1º	1º	1º
Cálculo II	2º	2º	2º	2º
Cálculo III	3º	3º	3º	3º
Cálculo IV	4º	4º	4º	4º
Matemática Aplicada à Engenharia	4º	4º	4º	4º
Cálculo Numérico Computacional	5º	4º	5º	5º

Fonte: dados da pesquisa

Para essa universidade neste campus, focaremos na disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear, possui carga horária de 90h, sendo aplicada semestralmente, com 3 aulas semanais. Esta disciplina não é utilizada como requisito para nenhuma disciplina. E tem por objetivo trabalhar com vetores, retas e planos, bem como representá-los graficamente. Trabalhar com matrizes, equações lineares e com os conceitos da Álgebra Linear.

Programa: Matrizes; Operações com matrizes; Propriedades; Inversão de matrizes através de operações elementares com linhas de uma matriz; Determinantes; Desenvolvimento de Laplace; Equação linear; Soluções de uma equação linear; Sistema de equações lineares; Soluções de um sistema linear; Operações elementares com sistemas lineares; Sistemas equivalentes; Sistema linear homogêneo; Soluções de um sistema linear através do Método do Escalonamento. Vetores no  $R^3$ ; Segmentos orientados; Operações com vetores; adição de vetores, multiplicação de um número real por um vetor; propriedades; produto escalar, produto vetorial, produto misto; Interpretação geométrica: Ângulo determinado por dois vetores, áreas e volumes. A Reta no  $R^3$ ; Equações: vetorial, paramétricas, simétrica e

reduzida. O Plano; Equações: geral, vetorial e paramétrica; Vetor normal a um plano; Interseções: retas e planos; planos e planos. Distâncias e Ângulos: Distância entre dois pontos; Distância de ponto à reta; Distância de ponto a plano; Distância de reta a reta; Distância de reta a plano; Distância de plano a plano; Ângulo determinado por duas retas e por dois planos. Espaços Vetoriais; Subespaços; Dependência linear: base e dimensão; Matriz de mudança de base. Transformações Lineares; Núcleo e imagem de uma transformação linear; Matriz de uma transformação linear; Autovalores e autovetores de uma matriz e de um operador linear; Diagonalização de matrizes e de operadores lineares.

No campus 2 analisamos as seguintes habilitações: Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica. Nos cursos de Engenharia Civil e Mecânica as disciplinas de Matemáticas são as mesmas: Cálculo Diferencial e Integral I oferecida na primeira série no primeiro período e Cálculo Diferencial e Integral II e Geometria Analítica e Álgebra Linear no segundo período. Na segunda série, no terceiro período é aplicado Cálculo Diferencial e Integral III, Cálculo Numérico Computacional e Matemática Aplicada à Engenharia, sendo que esta última exclusiva do curso de Engenharia Mecânica, porém, no quarto período é ofertada a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral IV em ambas as habilitações. Por fim, na Engenharia Mecânica é dada no terceiro ano, quinto período, a disciplina Matemática Aplicada a Engenharia Mecânica. O curso de Engenharia Elétrica possui a primeira série equivalente, porém a disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear tem algumas diferenças. Na segunda série, terceiro período, são ofertadas as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral III e Matemática Aplicada à Engenharia e no quarto período são ministradas Cálculo Diferencial e Integral IV e Matemática Aplicada à Engenharia Elétrica. Por fim, na terceira série, quinto período é oferecido Cálculo Numérico Computacional. Sintetizamos essa discussão na Quadro 2.

**Quadro 2: Período que as disciplinas da Universidade B, campus 2, são cursadas e em qual modalidade.**

	Mecânica	Civil	Elétrica
Cálculo I	1º	1º	1º
Geometria Analítica e Álgebra Linear	2º	2º	2º
Cálculo II	2º	2º	2º
Cálculo III	3º	3º	3º
Cálculo IV	4º	4º	4º
Cálculo Numérico Computacional	3º	3º	5º

Matemática Aplicada à Engenharia	3º	3º	3º
Matemática Aplicada à Engenharia Mecânica	5º		
Matemática Aplicada à Engenharia Elétrica			4º

Fonte: dados da pesquisa

Nos cursos de Engenharia Civil e Mecânica, a disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear, é semestral com 3 aulas semanais e possui uma carga horária de 90 h.

Programa: Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares: Álgebra Matricial, Determinação de determinantes de Ordem Maior que Três, Discussão e Resolução de Sistemas Lineares; Vetores: Operações e Produtos; e Geometria Analítica Espacial: Reta, Plano, Posição Relativa, Ângulo, Distância, Superfícies (Esféricas, Cilíndricas e Cônicas). Espaços Vetoriais: Subespaços Vetoriais, Geradores, Base, Dimensão; Transformações Lineares: Núcleo, Imagem e Isomorfismo; Autovalores e Autovetores de Operadores Lineares e de Matrizes e Diagonalização.

No curso de Engenharia Elétrica, a disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear, é semestral com 3 aulas semanais e possui uma carga horária de 90h. Porém possui conteúdos diferentes.

Programa: Geometria Analítica Plana: Reta, Circunferência, Cônicas, Transformações de Coordenadas, Estudo Geral da Equação do 2º Grau; Vetores: Operações e Produtos; e Geometria Analítica Espacial: Reta, Plano, Posição Relativa, Ângulo, Distância, Superfícies (Esféricas, Cilíndricas e Cônicas). Espaços Vetoriais: Subespaços Vetoriais, Geradores, Base, Dimensão; Transformações Lineares: Núcleo, Imagem e Isomorfismo; Autovalores e Autovetores de Operadores Lineares e de Matrizes e Diagonalização.

No curso de Civil, disciplinas que tem como requisito a disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear são Cálculo Diferencial e Integral III e Hidráulica Experimental. Em Engenharia Mecânica são Cálculo Diferencial e Integral III e Matemática Aplicada à Engenharia, no entanto, em Elétrica as que possuem requisitos são Matemática Aplicada à Engenharia e Cálculo Diferencial e Integral IV.

Na universidade C, investigaremos os cursos de Engenharia: Química, Produção, Civil, Elétrica, Computação e Controle e Automação. Nas habilitações Civil, Elétrica, Computação e Controle e Automação temos as mesmas disciplinas oferecidas pelo

departamento de Matemática, enquanto a Química e a Produção são diferentes das habilitações citadas acima e também distintas entre si.

Na Civil, Elétrica e Computação são oferecidas no primeiro semestre Cálculo I e Geometria Analítica e Vetores, no segundo semestre Cálculo II e Álgebra Linear e no terceiro semestre Cálculo III. No curso de Controle e Automação temos o primeiro e o terceiro semestre iguais, mas no segundo semestre só é oferecido Cálculo II e no quarto semestre é que é oferecido a disciplina de Álgebra Linear. Na Engenharia Química temos um curso muito parecido com o da Civil, Elétrica e Computação, entretanto não é oferecida a disciplina Álgebra Linear. No curso de Engenharia de Produção são oferecidas no primeiro semestre Cálculo I e Geometria Analítica e Álgebra Linear, no segundo semestre Cálculo II, no terceiro semestre Cálculo III e no quarto semestre Cálculo Numérico. Esse fato pode ser observado na Quadro 3.

**Quadro 3: Período que as disciplinas da Universidade C são cursadas e em qual modalidade.**

	Química	Produção	Civil	Elétrica	Computação	Controle e Automação
Cálculo I	1º	1º	1º	1º	1º	1º
Geometria Analítica e Vetores	1º		1º	1º	1º	1º
Geometria Analítica e Álgebra Linear		1º				
Cálculo II	2º	2º	2º	2º	2º	2º
Álgebra Linear			2º	2º	2º	4º
Cálculo III	3º	3º	3º	3º	3º	3º
Cálculo Numérico		4º				

Fonte: dados da pesquisa

Como nosso maior interesse é a Álgebra Linear, vamos analisar os conteúdos programáticos das disciplinas Geometria Analítica e Vetores, Geometria Analítica e Álgebra Linear e Álgebra Linear.

A disciplina Geometria Analítica e Vetores é aplicada semestralmente com duas aulas semanais e com 60h de carga horária.

Programa: Sistemas lineares. Vetores, operações. Bases, sistemas de coordenadas. Distância, norma e ângulo. Produtos escalar e vetorial. Retas no plano e no espaço. Planos. Posições



relativas, interseções, distâncias e ângulos. Círculo e esfera. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Seções cônicas, classificação. Introdução às quádricas.

A disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear é aplicada semestralmente com três aulas semanais e com carga horária de 90h.

Programa: Matrizes, Sistemas Lineares e Determinantes. Espaços Vetoriais de Dimensão Finita. Produto Escalar e Vetorial. Retas e Planos. Projeção Ortogonal. Distâncias. Transformações Lineares, Autovalores e Autovetores. Diagonalização. Classificação das Cônicas.

A disciplina Álgebra Linear é aplicada semestralmente com duas aulas semanais e com 60h de carga horária.

Programa: Espaços vetoriais reais. Subespaços. Base e dimensão. Transformações lineares e matrizes. Núcleo e imagem. Projeções. Autovalores e autovetores. Produto interno. Matrizes reais especiais. Diagonalização.

Fornecemos até aqui um panorama geral dos cursos de Engenharia das Universidades A, B e C. Agora, focamos nos conteúdos de Álgebra Linear, nos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Produção das Universidades A, B campus 1 e C. Escolhemos essas habilitações pois são as únicas que aparecem nas três instituições A, B campus 1 e C, podendo assim ser feita uma análise mais detalhada.

Os principais conteúdos abordados, as disciplinas nas quais estes estão distribuídos, e os períodos nos quais eles são apresentados nos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Produção das três universidades estão agrupados e apresentados nos Quadros 4 e 5.

**Quadro 4: Disciplinas nas quais os conteúdos de Álgebra Linear estão distribuídos nas três universidades nas habilitações de Engenharia Civil, Elétrica e Produção.**

	Universidade A			Universidade B			Universidade C		
	C	E	P	C	E	P	C	E	P
Matriz	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL			GAAL
Determinante	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL			GAAL
Sistemas Lineares	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL	GAAL GAV	GAAL GAV	GAAL GAV
Espaços Vetoriais sobre os Reais	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°

Subespaços Vetoriais	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL	AL	AL	
Dependência Linear: Base e Dimensão	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL	AL	AL	
Matriz de Mudança de Base	ALI	ALI	ALI	GAAL	GAAL	GAAL	AL	AL	
Soma e soma direta de Subespaços Vetoriais	ALI	ALI	ALI						
Transformações Lineares	ALII	ALII	ALII	GAAL	GAAL	GAAL	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°
Autovalores e Autovetores	ALII	ALII	ALII	GAAL	GAAL	GAAL	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°
Diagonalização	ALII	ALII	ALII	GAAL	GAAL	GAAL	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°	GAAL1° AL2°
Produto Interno	ALII	ALII	ALII				AL	AL	
Ortogonalidade	ALII	ALII	ALII						
Espaços Vetoriais sobre os Complexos	ALII	ALII	ALII						

Fonte: dados da pesquisa

AL: Álgebra Linear; ALI: Álgebra Linear I; ALII: Álgebra Linear II; GAAL: Geometria Analítica e Álgebra Linear; GAV: Geometria Analítica e Vetores. 1° e 2° referem-se ao período do curso no qual esses conteúdos são apresentados. C: Civil; E: Elétrica; P: Produção.

**Quadro 5: Períodos nos quais os conteúdos de Álgebra Linear estão apresentados nas três universidades nas habilitações de Engenharia Civil, Elétrica e Produção.**

	Uni. A			Uni. B			Uni. C		
	C	E	P	C	E	P	C	E	P
Matriz	1°	1°	1°	1°	1°	1°			1°
Determinante	1°	1°	1°	1°	1°	1°			1°
Sistemas Lineares	1°	1°	1°	1°	1°	1°	1°/2°	1°/2°	1°/2°
Espaços Vetoriais sobre os Reais	1°	1°	1°	1°	1°	1°	1°/2°	1°/2°	1°/2°
Subespaços Vetoriais	1°	1°	1°	1°	1°	1°	2°	2°	
Dependência Linear: Base e Dimensão	1°	1°	1°	1°	1°	1°	2°	2°	
Matriz de Mudança de Base	1°	1°	1°	1°	1°	1°	2°	2°	

Soma e soma direta de Subespaços Vetoriais	1°	1°	1°						
Transformações Lineares	2°	2°	2°	1°	1°	1°	1°/2°	1°/2°	1°/2°
Autovalores e Autovetores	2°	2°	2°	1°	1°	1°	1°/2°	1°/2°	1°/2°
Diagonalização	2°	2°	2°	1°	1°	1°	1°/2°	1°/2°	1°/2°
Produto Interno	2°	2°	2°				2°	2°	
Ortogonalidade	2°	2°	2°						
Espaços Vetoriais sobre os Complexos	2°	2°	2°						

Fonte: dados da pesquisa

1° e 2° referem-se ao período do curso no qual esses conteúdos são apresentados.

C: Civil; P: Produção; E: Elétrica

Como observado nos Quadros 4 e 5, os conteúdos de AL são apresentados principalmente nas disciplinas Álgebra Linear I, Álgebra Linear II, Geometria Analítica e Álgebra Linear, Geometria Analítica e Vetores e simplesmente Álgebra Linear (Quadro 4). Estes conteúdos são abordados principalmente nos 1° e 2° períodos (Quadro 5). A carga horária de cada disciplina varia entre 60 e 90 horas, de duas a três aulas semanais, dependendo da profundidade dos conteúdos e, em alguns casos, onde os conteúdos de Geometria Analítica também são parte da ementa, podem chegar a 120 horas.

Os conteúdos apresentados variam entre as universidades e também entre as habilitações. Os tópicos de Soma e soma direta de subespaços vetoriais, Ortogonalidade e Espaços vetoriais sobre os complexos a princípio são exclusivos da Universidade A. O tópico de Produto Interno é apresentado na Universidade A e nas habilitações de Civil e Elétrica na Universidade C. Os tópicos de Matrizes e Determinantes não são apresentados nas habilitações de Civil e Elétrica na Universidade C.

Futuramente, serão investigados mais profundamente o conteúdo de cada livro das bibliografias, a fim de identificar a correlação entre eles e o enfoque das aplicações, e também a correlação dos conteúdos com as disciplinas que utilizam Álgebra Linear como requisito.

Percebemos que nenhum dos documentos curriculares analisados, traz explicitamente o uso de aprendizagem ativa, eventos contextualizados, etc, o que representa uma oportunidade para o desenvolvimento dessas abordagens em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

CAMARENA, P. A treinta años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”. *Innovación Educativa*, México, v. 13, n. 62, p. 17-44, maio/ago. 2013.

CAMARENA, P. Didáctica de la matemática en contexto. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v.19, n. 2, p. 1-26, maio/ago. 2017. DOI: 10.23925/1983-3156.2017v19i2p1-26.

CELESTINO, M. R. **Ensino-aprendizagem da Álgebra Linear: as pesquisas brasileiras na década de 90**. São Paulo, 2000. 113 p. Dissertação ( Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

RIBEIRO, L. N. **Uma análise do movimento de constituição da ementa da disciplina de Álgebra Linear na Licenciatura em Matemática**. Goiás, 2018. 207 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás.

TEIXEIRA, K. C. B. **Álgebra Linear nos cursos de engenharia: uma proposta metodológica de ensino e aprendizagem**. Fortaleza, 2016. 225 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Teleinformática). Programa de Pós-Graduados em Engenharia de Teleinformática, Universidade Federal do Ceará.