

SETOR DE ESTATÍSTICA  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Avaliação do desempenho acadêmico dos  
alunos de graduação:

**Engenharia de Controle e Automação  
Diurno**

BELO HORIZONTE  
MARÇO DE 2015

**SETOR DE ESTATÍSTICA / PRÓ-REITORIA DE  
GRADUAÇÃO**

**PRÓ-REITOR DE GRADUAÇÃO**

RICARDO HIROSHI CALDEIRA TAKAHASHI

**PRÓ-REITOR ADJUNTO DE GRADUAÇÃO**

WALMIR MATOS CAMINHAS

**COORDENADORA DO SETOR DE ESTATÍSTICA**

CAROLINA SILVA PENA

**EQUIPE SETOR DE ESTATÍSTICA**

RAQUEL YURI DA SILVEIRA AOKI

ALINE MOREIRA MARTINS

BRUNA FÁTIMA FARIA

Contato: [estatistica@prograd.ufmg.br](mailto:estatistica@prograd.ufmg.br)

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>6</b>
2.1	ANÁLISE DESCRITIVA . . . . .	6
2.2	ESTATÍSTICA MULTIVARIADA . . . . .	9
<b>3</b>	<b>ANÁLISE DAS PRINCIPAIS DISCIPLINAS</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DA EVASÃO DOS DISCENTES</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>51</b>

## Lista de Tabelas

1	Disciplinas consideradas difíceis . . . . .	17
2	Situação dos alunos nas principais disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 . . . . .	27
3	Forma de Ingresso versus Situação do Discente . . . . .	33
4	Situação dos alunos por forma de ingresso e de acordo com o ano de entrada no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno . . . . .	34
5	Número de semestres cursados pelos discentes que evadiram ou concluíram o curso no período de 2004/1 a 2014/1 . . . . .	35
6	Situação do aluno na UFMG de acordo com ano de ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno . . . . .	37
7	Número de estudantes matriculados no início do período de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno . . . . .	39
8	Dados sobre reprovação e evasão nas principais disciplinas cursadas pelos alunos que evadiram da UFMG entre 2004/1 e 2014/1 . . . . .	44
9	Curso de Destino de parte dos alunos que evadiram no período de 2004/1 a 2014/1 . . . . .	48

## Lista de Figuras

1	Ilustração do Boxplot. . . . .	7
2	Exemplo Histograma. . . . .	8
3	Exemplo de gráfico de barras. . . . .	9
4	Rendimento dos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 - disciplinas agrupadas por dificuldade. . . . .	13
5	Rendimento dos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 - disciplinas agrupadas por ofertante. . . . .	15
6	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS II . . . . .	18
7	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina ENGENHARIA DE CONTROLE . . . . .	19
8	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina INTRODUCAO AO CONTROLE ADAPTATIVO . . . . .	20
9	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina PLANEJAMENTO DA PRODUCAO . . . . .	21
10	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina PROCESSOS TERMICOS . . . . .	22
11	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS . . . . .	23
12	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina SISTEMAS DINAMICOS LINEARES . . . . .	24

13	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina SISTEMAS OPERACIONAIS . . . . .	25
14	Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina VARIÁVEL COMPLEXA . . . . .	26
15	Número de semestres cursados de acordo com a Situação do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno. . . . .	36
16	Situação do aluno de acordo com o ano de ingresso. . . . .	37
17	Número de alunos matriculados por períodos de acordo com o ano de ingresso. . . . .	39
18	Rendimento Semestral Global Médio de acordo com a Situação do aluno na UFMG. . . . .	40
19	Principais disciplinas cursadas pelos alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno. . . . .	42
20	Probabilidade de evasão dado que o aluno foi reprovado na disciplina. . . . .	46
21	Rendimento por disciplina de acordo com a situação do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno: Evasão ou Conclusão. . . . .	47
22	Cursos de destino de alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 . . . . .	50

# 1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste relatório é utilizar os dados de Rendimento Acadêmico disponíveis na UFMG para produzir informação sobre o desempenho dos discentes de graduação, avaliar a dificuldade das principais disciplinas de cada curso e também analisar a taxa de evasão. Espera-se produzir um relatório modelo que possa estimular o acompanhamento contínuo do curso pela coordenação.

Neste relatório serão analisados os dados do curso presencial de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 . Foram analisados os dados de todos os alunos matriculados no curso neste período, com exceção somente dos alunos matriculados em decorrência de continuidade de estudos.

Os dados analisados neste relatório encontram-se armazenados no Centro de Computação da UFMG (CECOM) e são utilizados para alimentar o Sistema SIGA. O tratamento, análise dos dados e produção do relatório foi realizado pelo Setor de Estatística da Pró-Reitoria de Graduação da UFMG.

O *software* utilizado para o desenvolvimento das análises foi o *software* R, disponível para download em <http://www.r-project.org/>.

## 2 METODOLOGIA

Nesta seção serão brevemente apresentadas as técnicas estatísticas aplicadas para o desenvolvimento do relatório. A análise exploratória que será apresentada ao longo deste relatório inclui medidas de variação e posição relativa, bem como o Gráfico de Caixa (Boxplot), o Histograma e o Gráfico de Barras. Além disso, serão mostrados alguns conceitos de Estatística Multivariada que englobam técnicas mais avançadas de análise de dados.

### 2.1 ANÁLISE DESCRITIVA

As interpretações das principais medidas de estatística descritiva são baseadas nos seguintes conceitos:

**Média:** média aritmética;

**Desvio-padrão:** medida de variabilidade dos dados com relação à média;

**Mínimo:** menor valor encontrado na série de dados;

**1º Quartil:** valor que deixa 25% dos dados abaixo dele;

**Mediana:** valor que deixa 50% dos dados abaixo dele;

**3º Quartil:** valor que deixa 75% dos dados abaixo dele;

**Máximo:** maior valor encontrado na série de dados;

**Percentual Acumulado:** O percentual acumulado é a soma de todos os percentuais até aquela classe. O valor máximo do percentual acumulado é 100%.

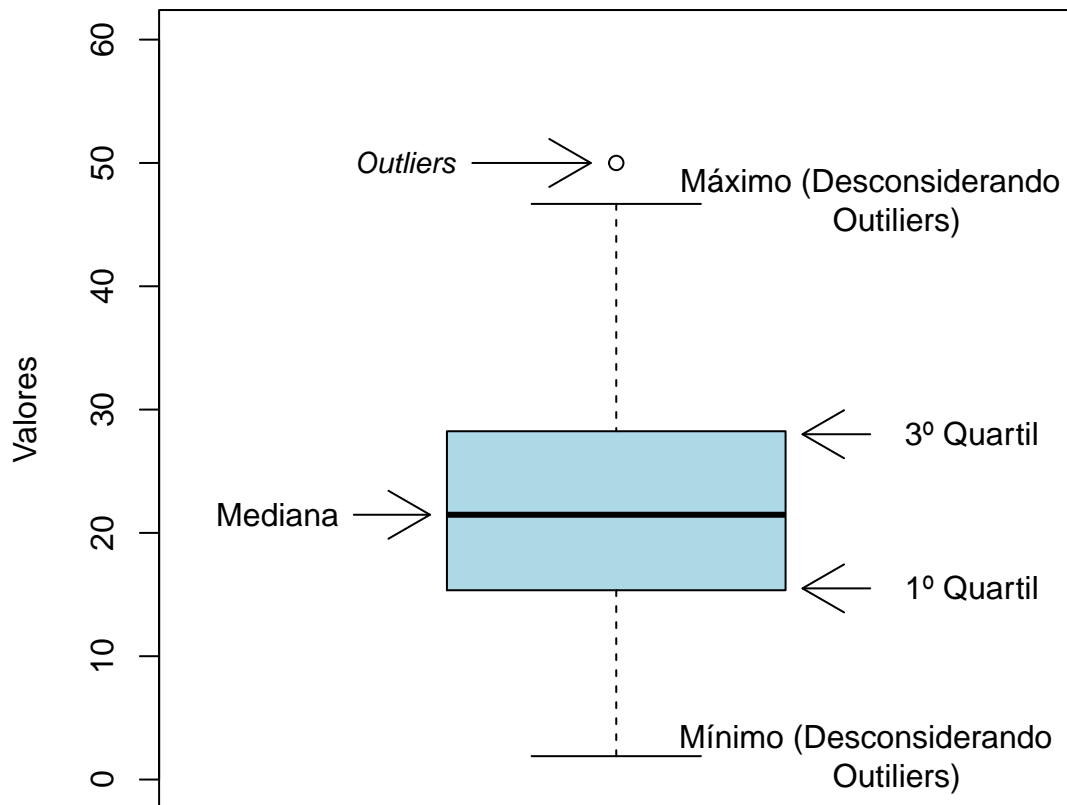
#### **Boxplot:**

A representação através do Boxplot permite a análise visual da posição, dispersão, assimetria, caudas e valores discrepantes do conjunto de dados. Os asteriscos que as vezes aparecem no Boxplot indicam que aquelas observações são outliers (valores extremos). O local onde a linha vertical começa (de baixo para cima) indica o mínimo (excetuando algum possível valor extremo) e, onde a linha termina indica o máximo, também excetuando algum possível outlier.

O retângulo no meio dessa linha possui três linhas horizontais. A linha de baixo (que é o próprio contorno externo inferior do retângulo) indica o primeiro quartil, a de cima (que também é o próprio contorno externo superior do retângulo) indica o terceiro quartil e a do meio indica a mediana. A mediana é a medida de tendência central mais indicada



quando os dados possuem distribuição assimétrica, mais indicada até do que a média aritmética, que nesse caso seria influenciada pelos valores extremos.



**Figura 1: Ilustração do Boxplot.**

### **Histograma:**

A partir do Histograma é possível observar a distribuição de frequência de um conjunto de dados agrupados em classes. A altura de cada barra que compõe o histograma é proporcional à frequência da classe que ela representa. Na Figura 2 tem-se um exemplo desse tipo de gráfico. O eixo horizontal possui 10 classes de mesmo tamanho que variam entre 0 e 5 e o eixo vertical representa a frequência observada de cada classe. No exemplo, a classe mais frequente é a entre 2 e 2,5, pois é a mais alta e a classe menos frequente é a que varia entre 4,5 e 5.



**Figura 2: Exemplo Histograma.**

**Gráfico de barras:**

O Gráfico de Barras apresenta barras retangulares com tamanho igual à frequência da variável observada, ou seja, quanto maior a barra, maior a frequência que representa. No exemplo mostrado na Figura 3, o gráfico de barras é utilizado para apresentar os conceitos ("A", "B", "C", "D", "E" ou "F") obtidos por um grupo de estudantes em três disciplinas ofertadas nos seguintes períodos: 2011/1; 2011/2 e 2012/1. A barra de cor vermelho escuro, por exemplo, representa o conceito "F", que foi o conceito mais frequente em 2011/1. O conceito "A" é representado pela cor verde escuro, tendo sido o conceito menos frequente em 2011/2; a cor amarela representa o conceito "C" que foi o mais frequente em 2012/1.

Maiores informações sobre as medidas de análise descritiva podem ser encontradas em Magalhães e Lima (2004) e Triola (1999).

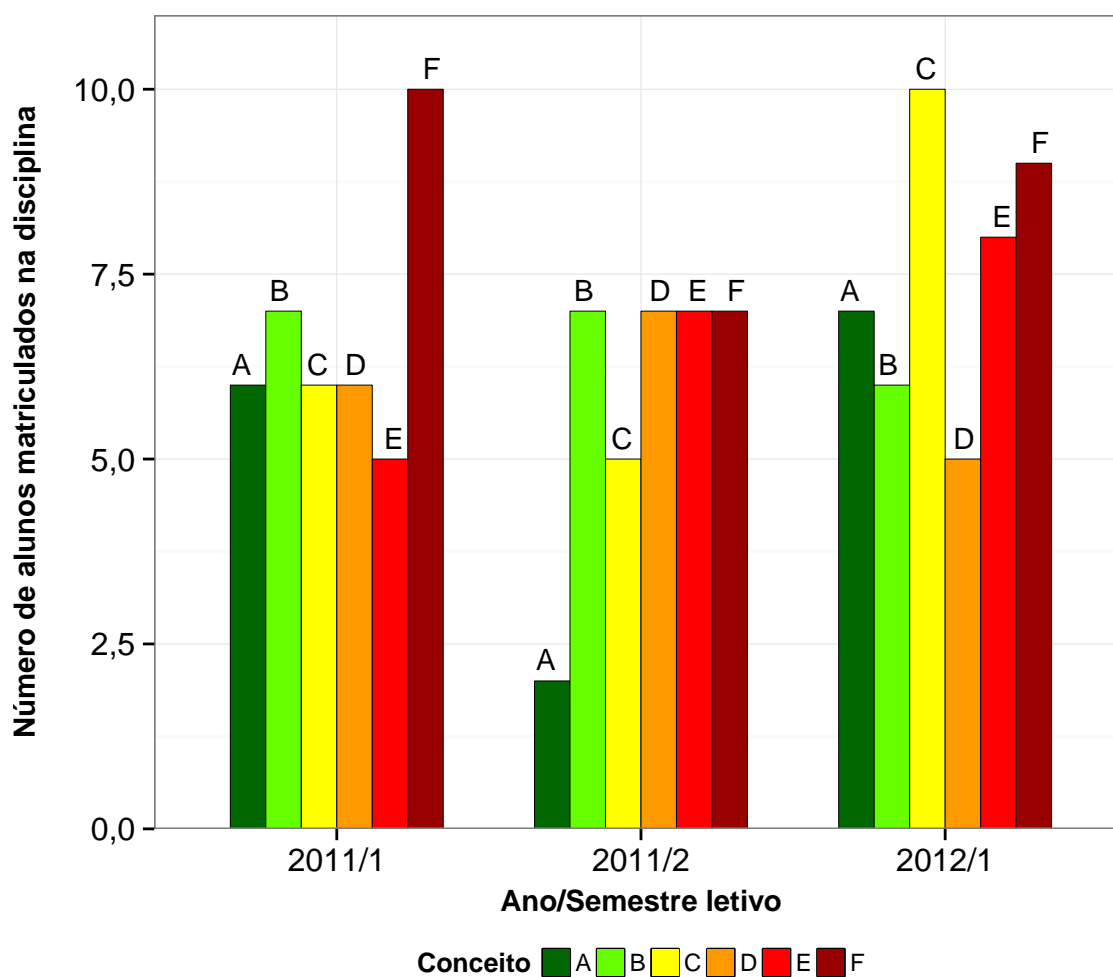


Figura 3: Exemplo de gráfico de barras.

## 2.2 ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Um dos objetivos deste trabalho é agrupar as disciplinas de acordo com o seu nível de dificuldade. Para particionar o conjunto de disciplinas em três grupos: fácil, médio e difícil, foram utilizados os quartis das notas dos alunos na disciplina e o percentual de alunos reprovados.

A técnica utilizada para realizar o agrupamento foi a rede de Kohonen (ver Kohonen (2001)). Esse método pode ser visto como uma versão espacialmente orientada do método k-médias (ver maiores informações sobre o k-médias em Mingoti (2005)). Nesta analogia cada unidade corresponde a um grupo e o número de grupos é definido pelo número de grades cujo formato pode ser retangular ou hexagonal.

A rede de Kohonen realiza o agrupamento entre os objetos de estudo de acordo com

a sua similaridade, levando em consideração a homogeneidade interna dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos. No caso deste relatório, o objeto de estudo no qual se aplicou a rede de Kohonen foram as disciplinas do curso. Maiores informações sobre a aplicação da rede de Kohonen utilizando o *software* R podem ser encontradas em Wehrens e Buydens (2007).

### 3 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS DISCIPLINAS

Esta seção apresenta o desempenho dos discentes de graduação em Engenharia de Controle e Automação Diurno nas principais disciplinas cursadas por eles. A análise abrange todas as disciplinas que, na soma de um período de 10 anos (2004/1 a 2014/1), tiveram pelo menos 50 alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno matriculados<sup>1</sup>. Esta seção procura responder perguntas como:

1. Quais disciplinas podem ser consideradas fáceis, médias e difíceis para os alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno?
2. Quais os Departamentos responsáveis por ofertar as disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno?
3. No período de 2004/1 a 2014/1 qual o conceito ("A", "B", "C", "D", "E" ou "F") obtido pelos estudantes do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno nas disciplinas consideradas difíceis em cada semestre?
4. Qual o número de aprovações, reprovações e trancamentos nas principais disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 por semestre?

---

<sup>1</sup>Na contagem do número de matrículas de cada disciplina, incluiu-se o total de discentes cuja situação final na disciplina foi igual a: aprovação, reprovação ou trancamento.

Na próxima página (Figura 4) é mostrado o Boxplot (ver Seção 2.1) das principais disciplinas cursadas pelos alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurna agrupadas pelo grau de dificuldade<sup>2</sup>; o agrupamento foi realizado utilizando a rede de Kohonen (ver Seção 2.2). Para criar o agrupamento, considerou-se a nota<sup>3</sup> obtida na primeira vez em que o discente cursou a disciplina.

A Figura 5 mostra o principal ofertante de cada disciplina avaliada. Devido à limitação de espaço e *layout*, na Figura 4 e na Figura 5 é possível incluir no máximo 50 disciplinas. Por essa razão, para os cursos cujo número de disciplinas excede esse valor, foram criados gráficos adicionais para permitir a visualização de todas as disciplinas e respeitar o limite de até 50 disciplinas por gráfico. Na Tabela 1 encontram-se listadas todas as disciplinas consideradas difíceis para o curso.

É importante ressaltar que o conceito de "difícil" foi atribuído ao grupo de disciplinas que apresentaram os menores rendimentos dentro do curso. Isso não significa, necessariamente, que o rendimento de tais disciplinas seja baixo, considerando os critérios de aprovação da Universidade.

---

<sup>2</sup>O grau de dificuldade das disciplinas foi baseado na pontuação (score) obtida pelos estudantes e no número de reprovações. Sabe-se que essa forma de comparação possui limitações, pois não foram aplicadas técnicas que garantam a propriedade de invariância como, por exemplo, a teoria de resposta ao item. Dessa forma, a dificuldade aqui atribuída depende do grupo de alunos que realizou a disciplina. Apesar dessa limitação, a dificuldade relativa das disciplinas para o grupo que a realizou é importante para a Universidade uma vez que a reprovação/aprovação impacta em seu planejamento de oferta das disciplinas e no tempo de conclusão das turmas.

<sup>3</sup>Na análise do rendimento acadêmico dos discentes nas disciplinas foram excluídas as seguintes situações: cancelamento a pedido, cancelamento automático, dispensa, indefinido, regime especial, sem resultado lançado, trancamento com justificativa, trancamento sem justificativa, trancamento total e tratamento especial; ou seja, considerou-se somente as notas cuja situação final do discente na disciplina era igual a aprovado ou reprovado.

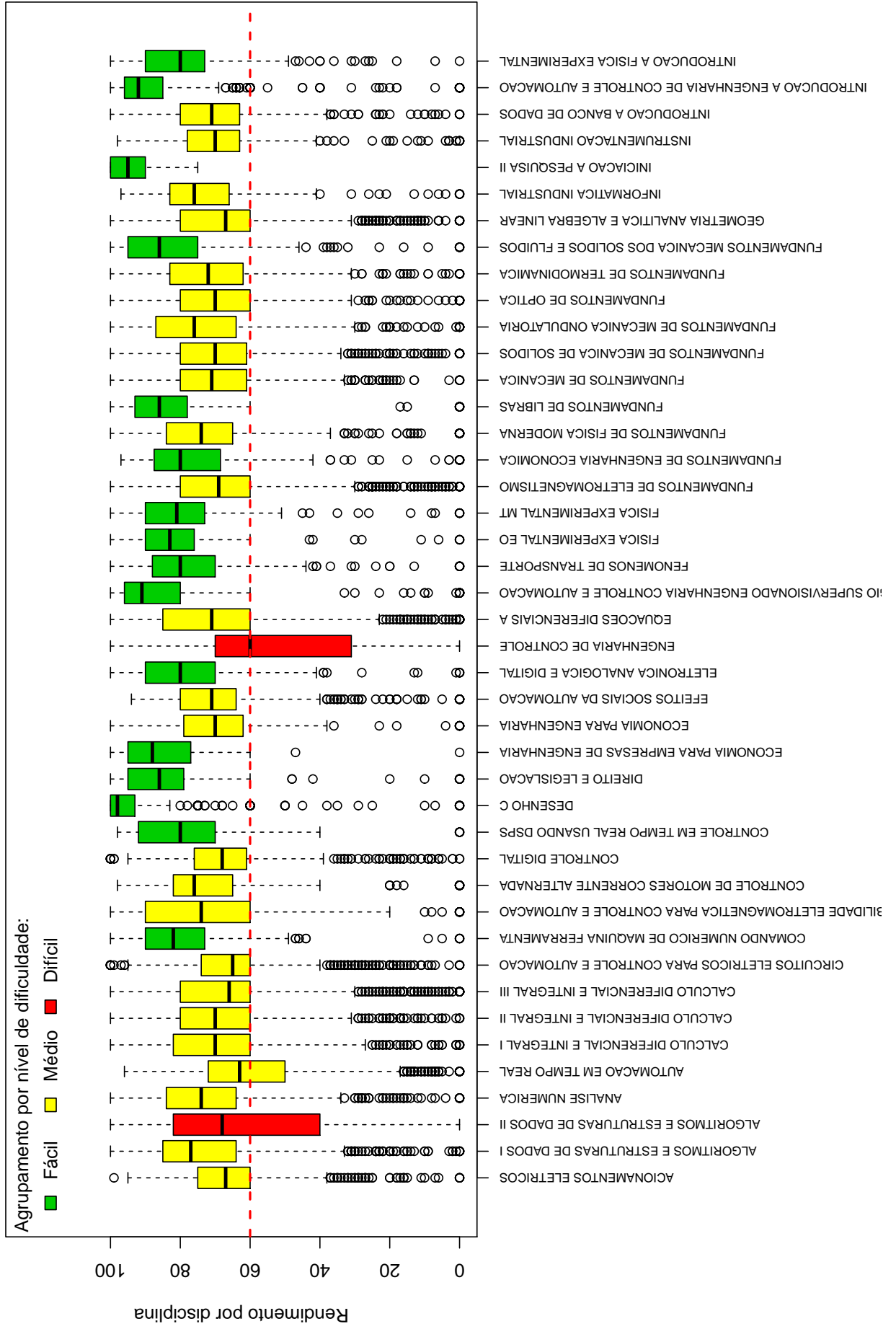
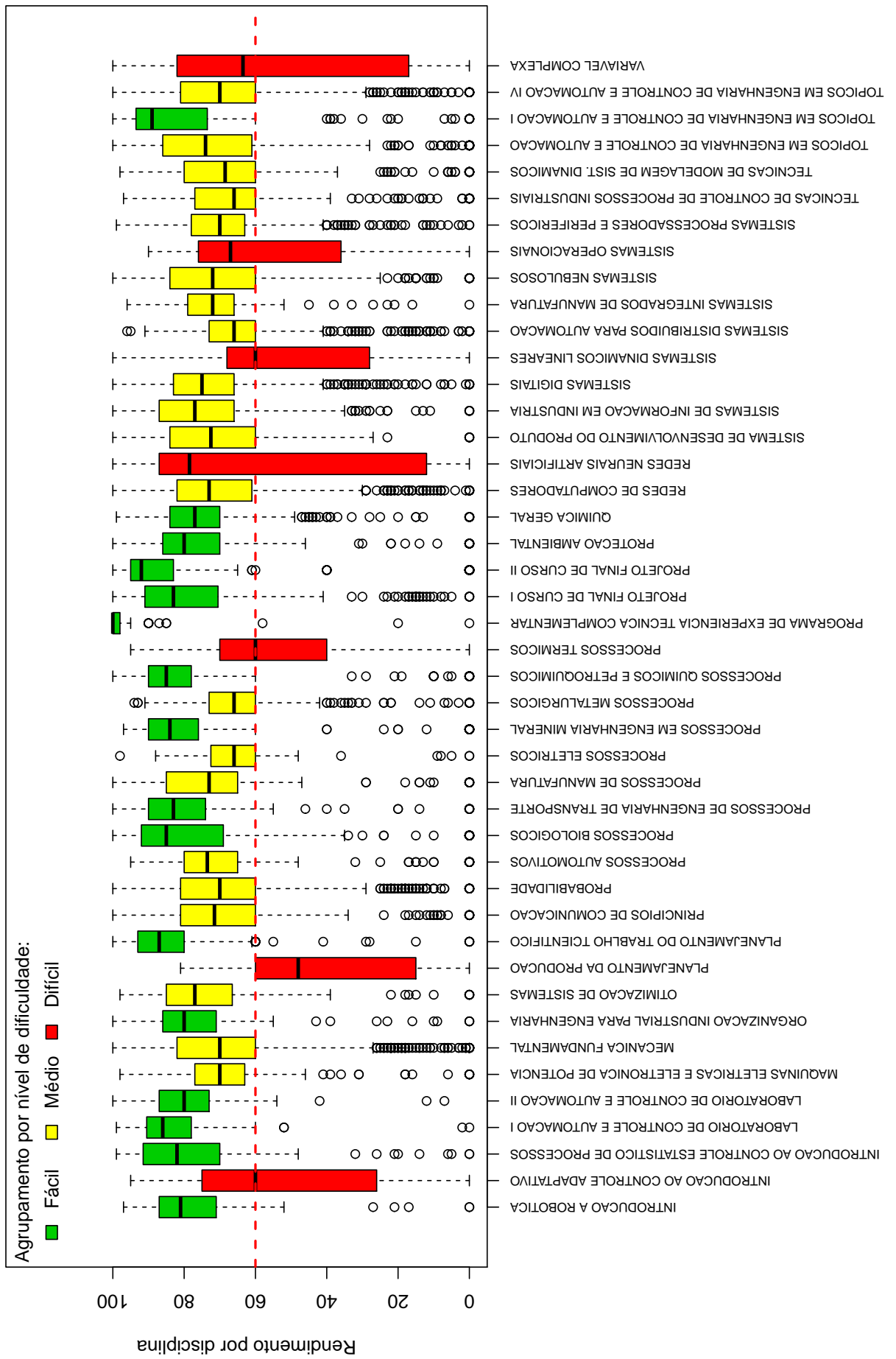


Figura 4: Rendimento dos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 - disciplinas agrupadas por dificuldade.





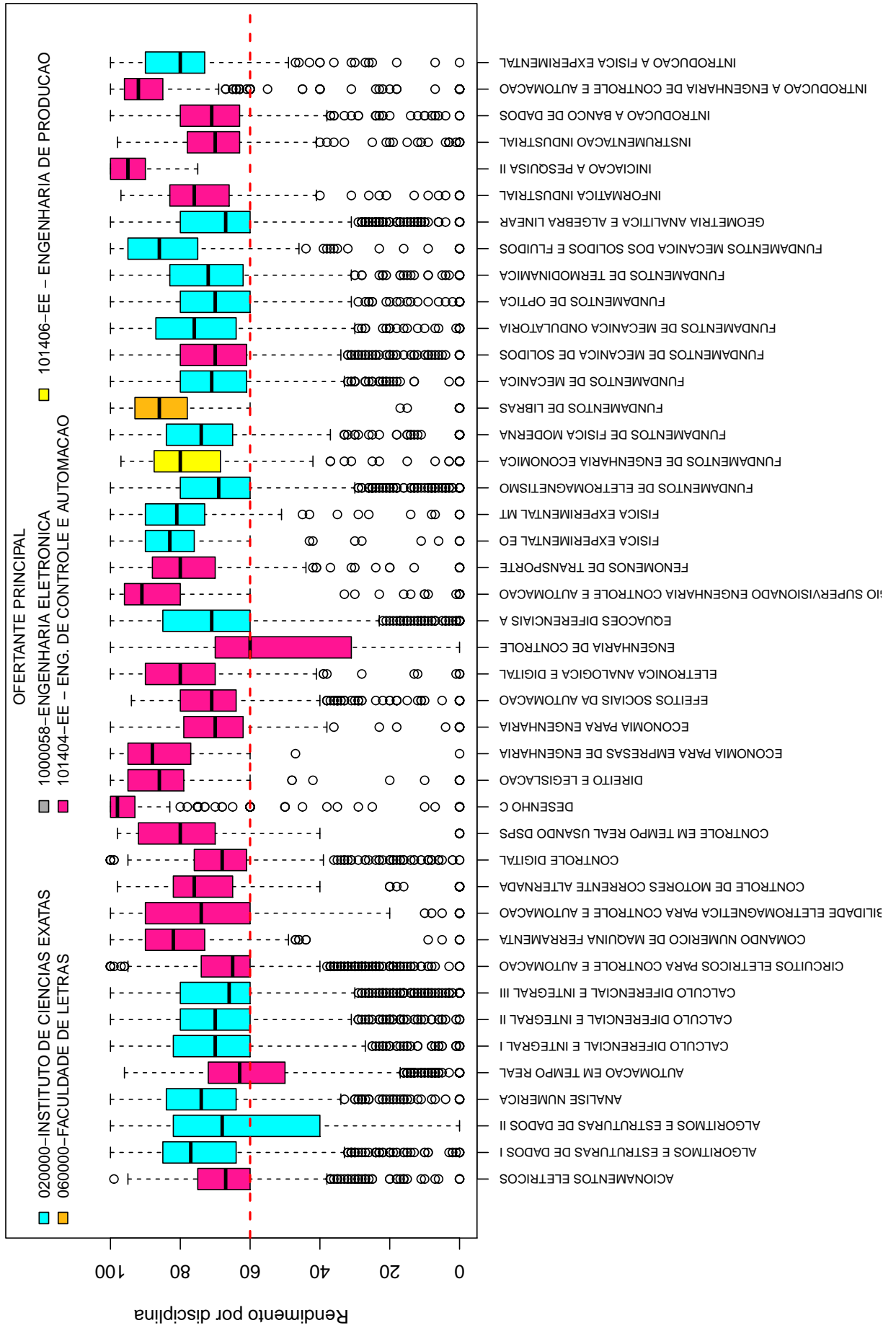
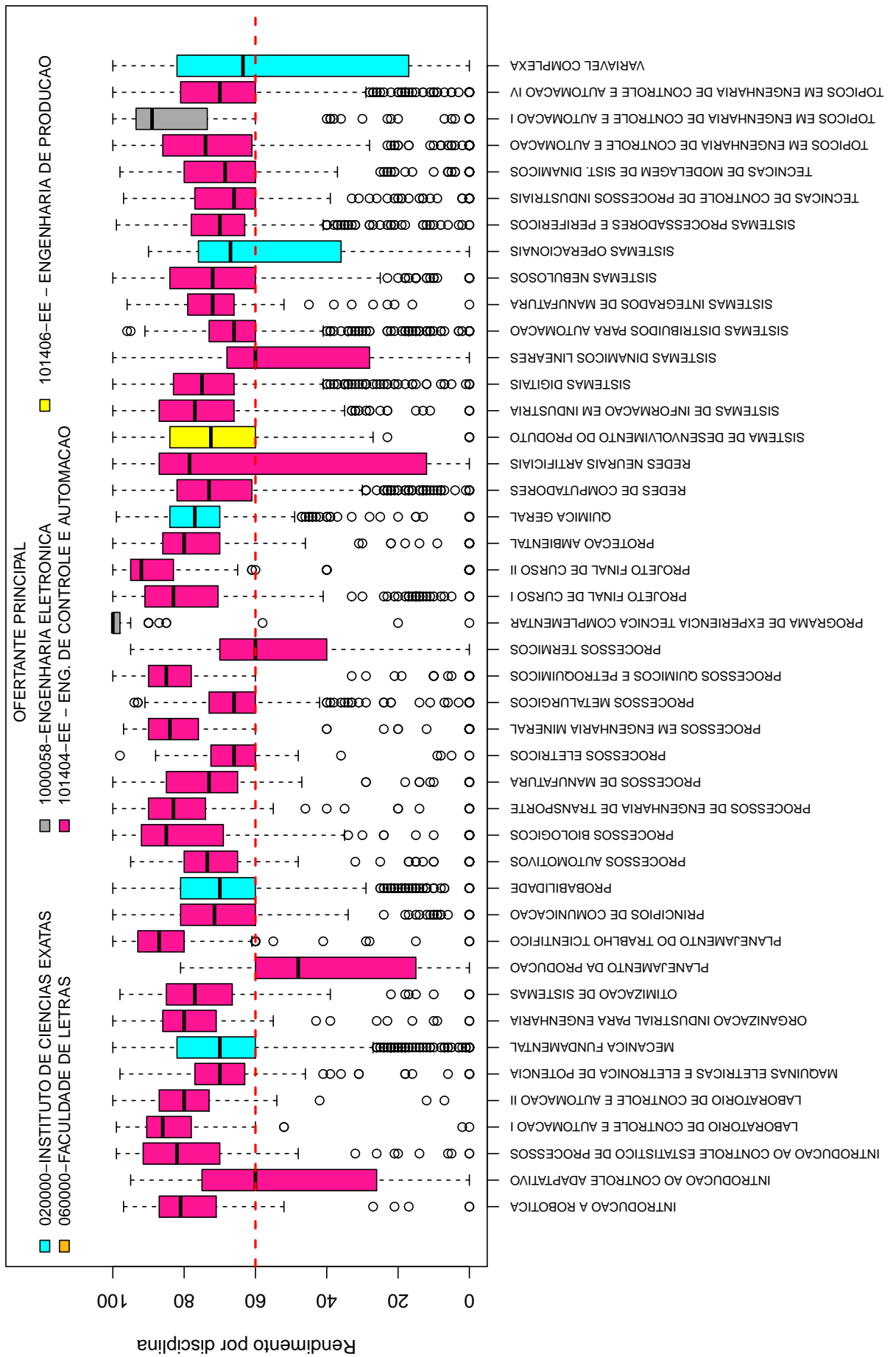


Figura 5: Rendimento dos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 - disciplinas agrupadas por ofertante.



**Tabela 1: Disciplinas consideradas difíceis**

---

<b>Disciplinas Difíceis</b>
ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS II
ENGENHARIA DE CONTROLE
INTRODUCAO AO CONTROLE ADAPTATIVO
PLANEJAMENTO DA PRODUCAO
PROCESSOS TERMICOS
REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS
SISTEMAS DINAMICOS LINEARES
SISTEMAS OPERACIONAIS
VARIAVEL COMPLEXA

---

Conforme mencionado anteriormente, a Tabela 1 lista todas as disciplinas que tiveram pelo menos 50 alunos matriculados no período de 2004/1 a 2014/1 e foram agrupadas como difíceis pela rede de Kohonen. É possível verificar que, do total de 87 disciplinas avaliadas, 9 foram agrupadas como difíceis.

Os gráficos de barras apresentados a seguir mostram os conceitos<sup>4</sup> obtidos em cada semestre nas disciplinas listadas na Tabela 1 no período de 2004/1 a 2014/1. É possível que em alguns gráficos não haja informação em todos os semestres analisados, especialmente nos primeiros semestres. Isso pode ocorrer em disciplinas que não são ofertadas em todos os semestres e também com aquelas cursadas pelos alunos em semestres mais avançados do curso; lembrando que essa análise abrange somente os alunos que ingressaram no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno a partir de 2004/1. Outra possibilidade ocorre quando há mudança curricular, algumas disciplinas podem ter se tornado obrigatórias ou optativas e algumas podem deixar de ser ofertadas.

Após os gráficos de barras, tem-se a Tabela 2 que mostra o número de aprovações, reprovações e trancamentos<sup>5</sup> em todas as disciplinas analisadas (incluindo aquelas agrupadas como médias ou fáceis.).

---

<sup>4</sup>Foram apresentados os conceitos obtidos por estudantes cuja situação final na disciplina é igual a aprovado ou reprovado.

<sup>5</sup>Além das situações nas quais o discente foi aprovado ou reprovado, incluiu-se na Tabela 2 o número total de trancamentos (trancamento sem justificativa, trancamento com justificativa e trancamento total).

## ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS II

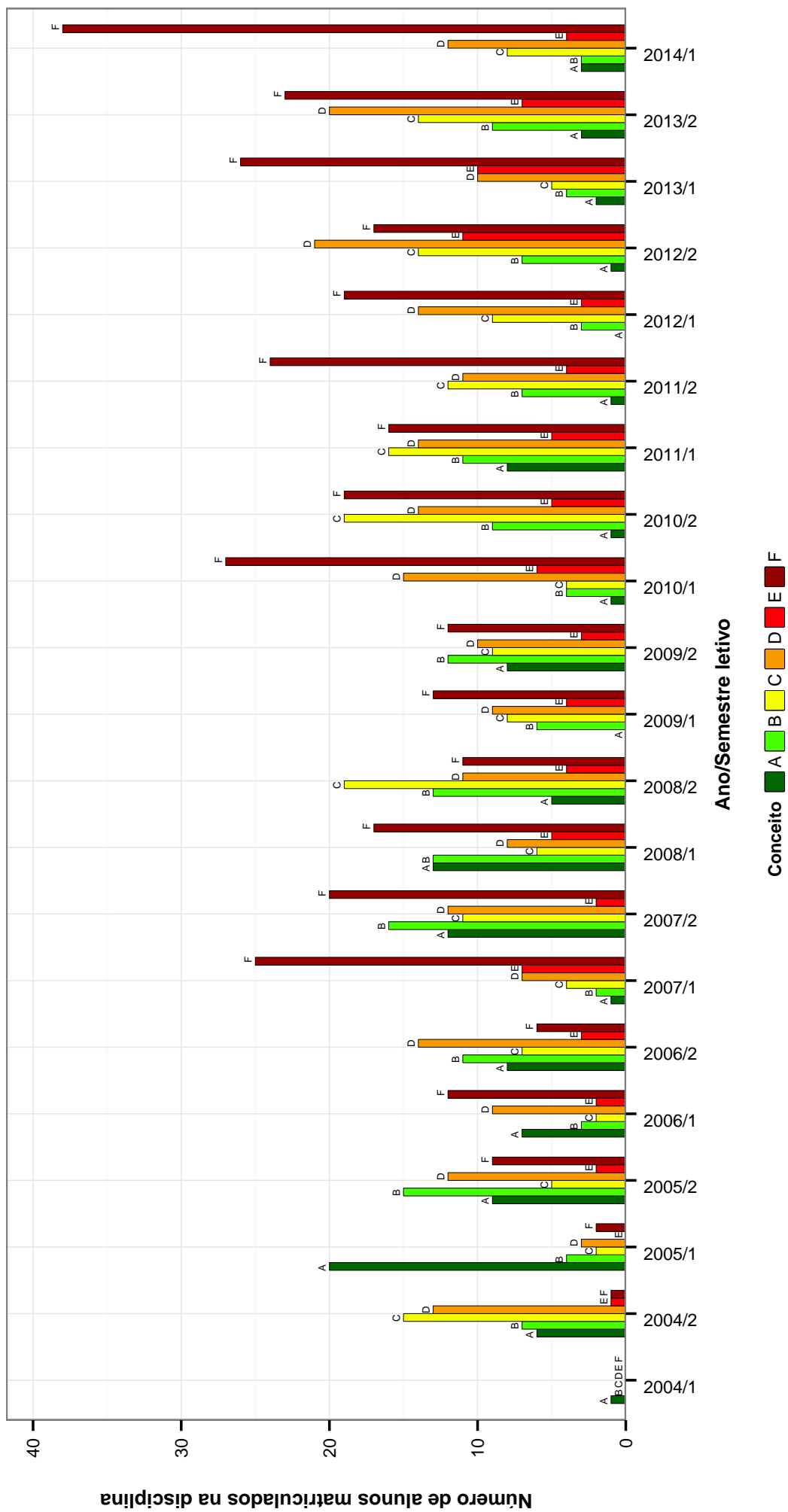


Figura 6: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS II .

## ENGENHARIA DE CONTROLE

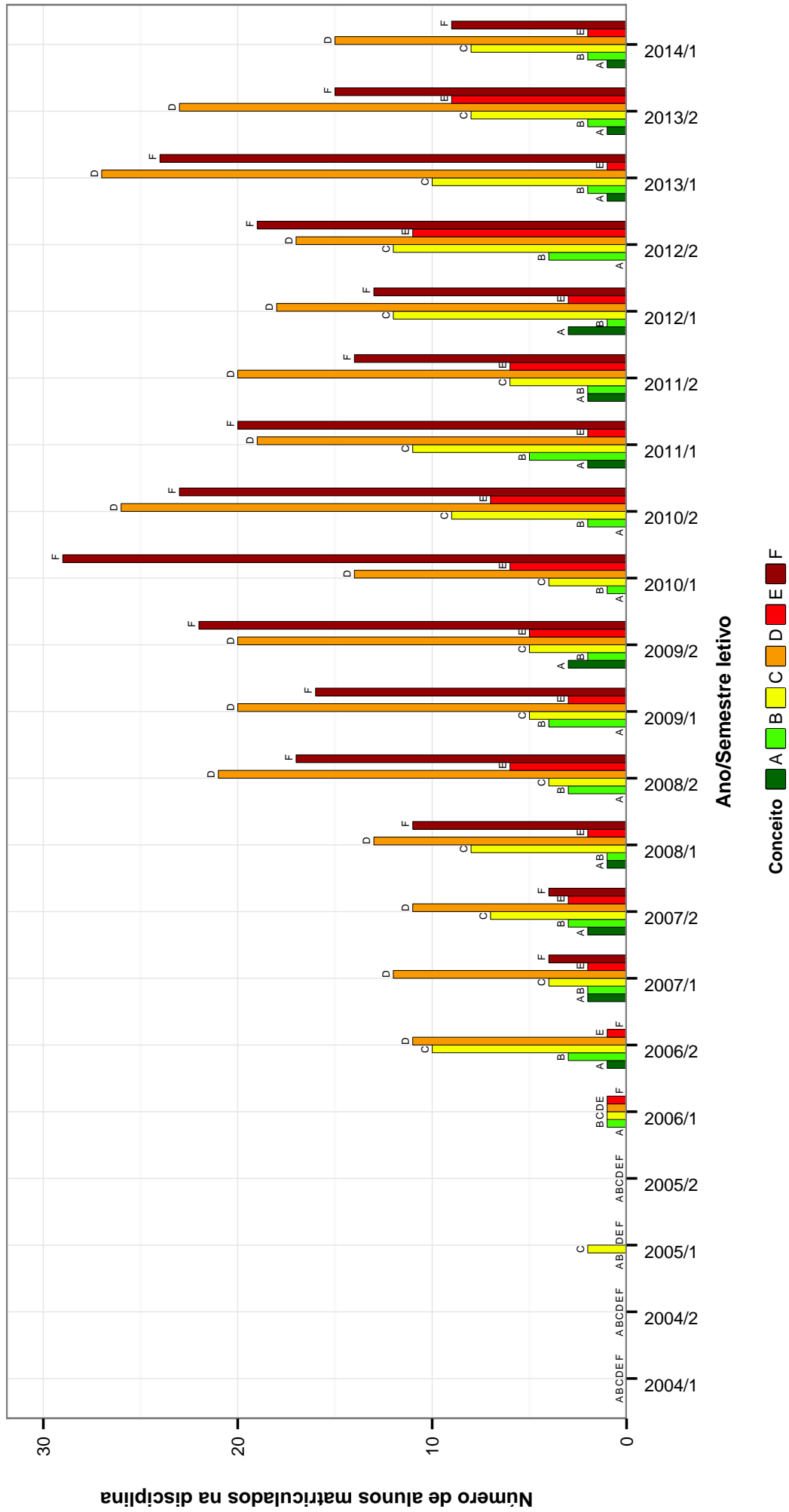


Figura 7: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina ENGENHARIA DE CONTROLE .

## INTRODUCAO AO CONTROLE ADAPTATIVO

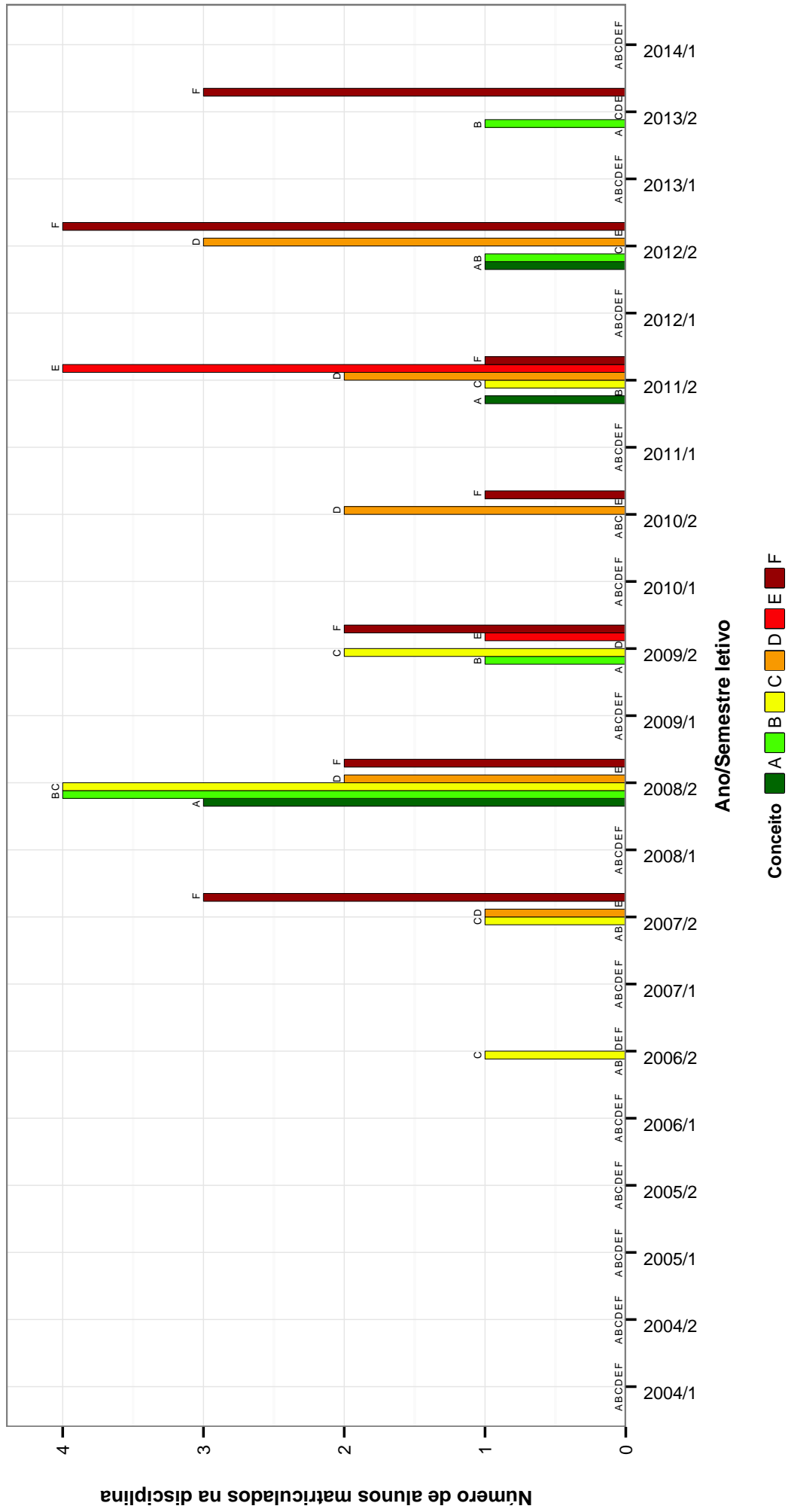


Figura 8: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina INTRODUCAO AO CONTROLE ADAPTATIVO .

## PLANEJAMENTO DA PRODUCAO

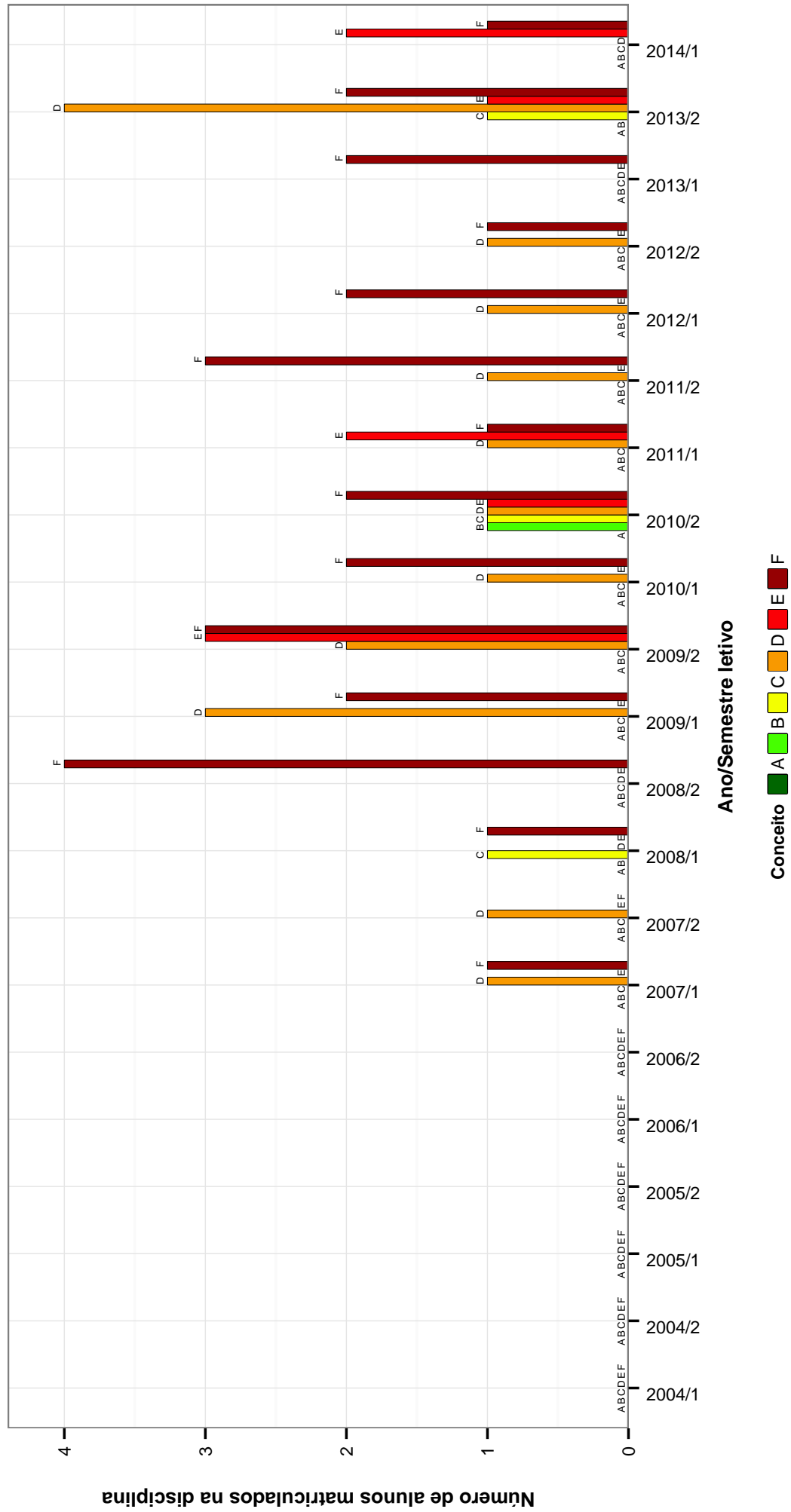


Figura 9: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina PLANEJAMENTO DA PRODUCAO .

## PROCESSOS TERMICOS

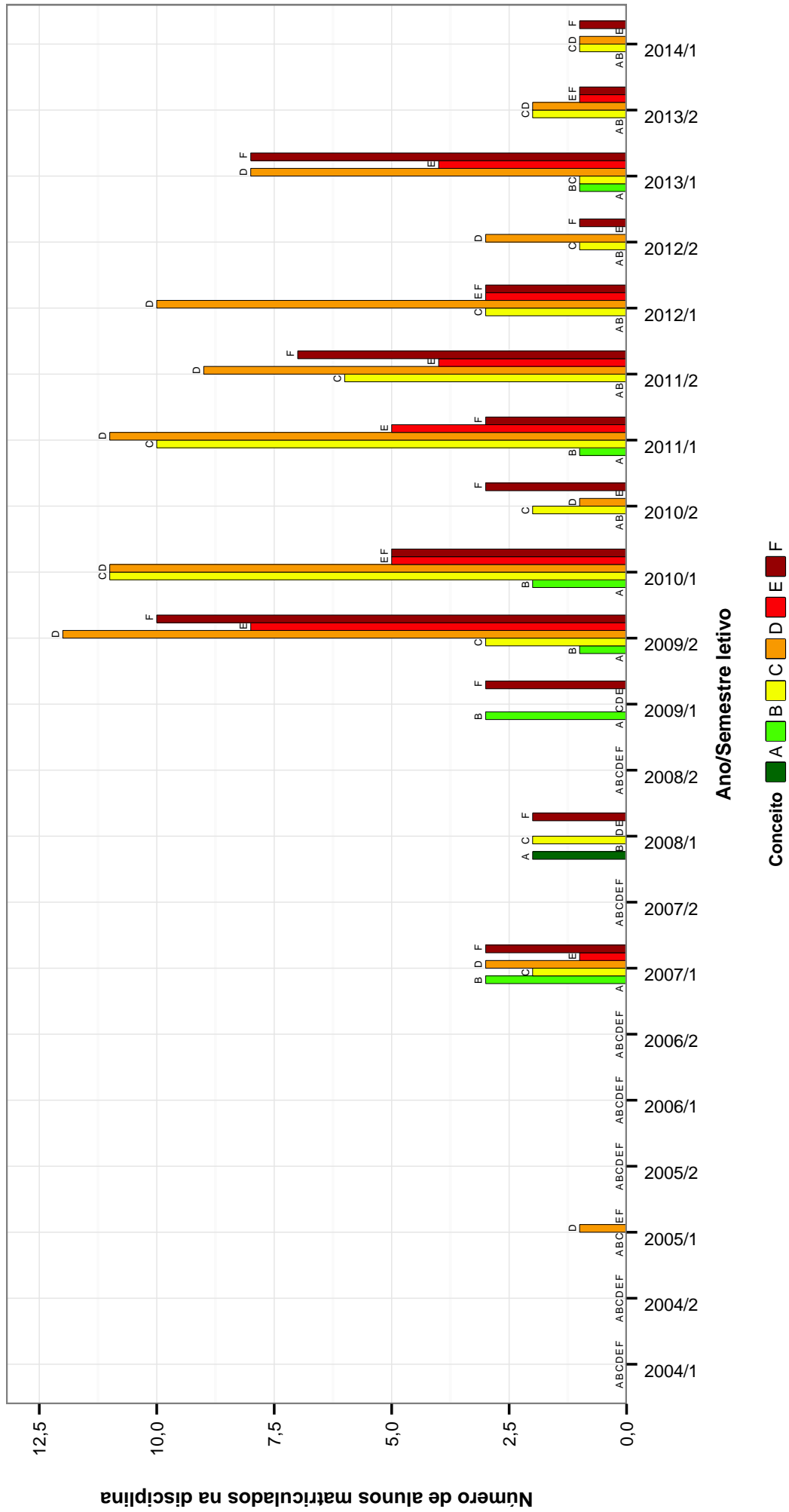


Figura 10: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina PROCESSOS TERMICOS .



## REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

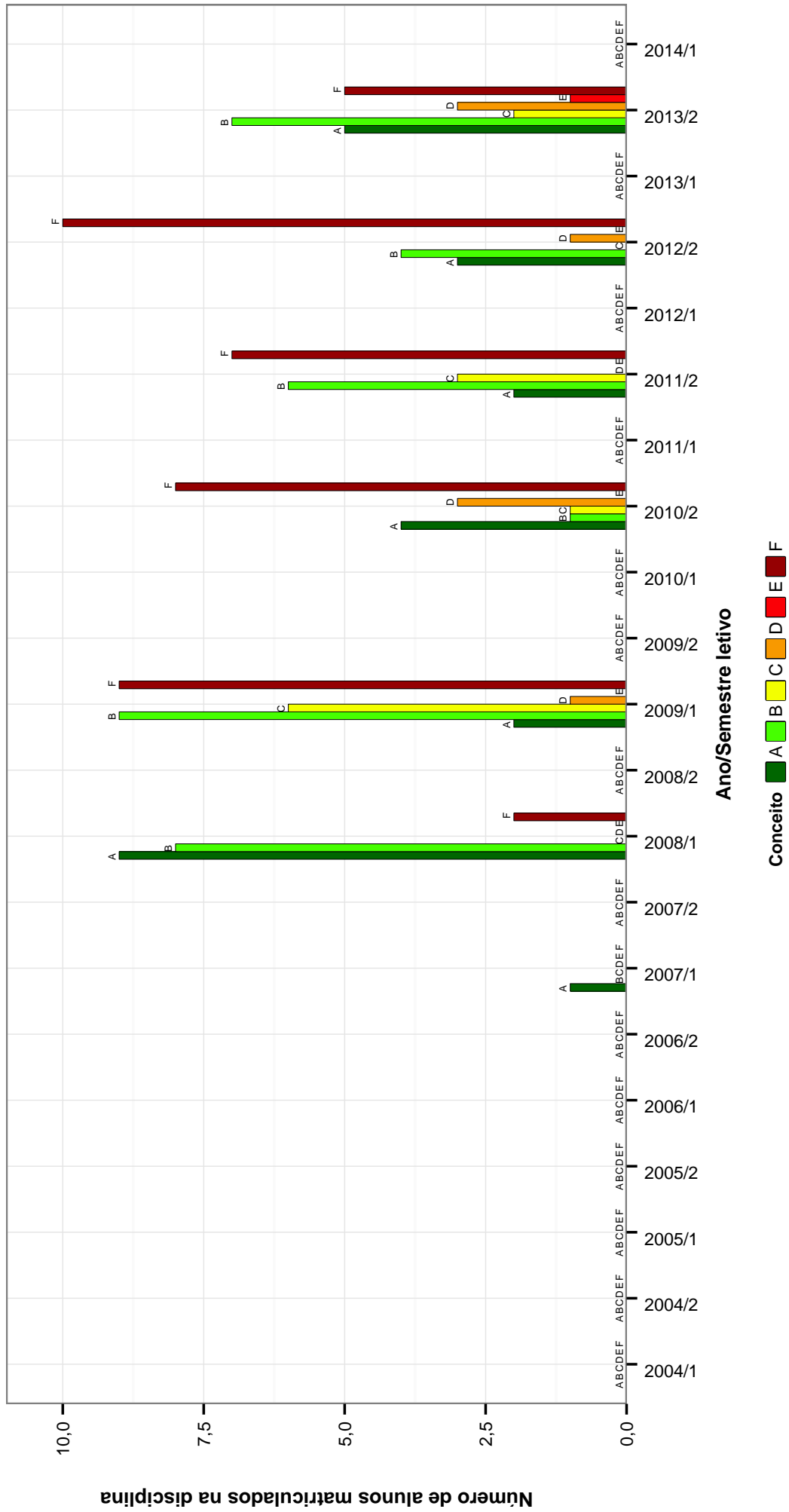


Figura 11: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina REDES NEURAIS ARTIFICIAIS .

## SISTEMAS DINAMICOS LINEARES

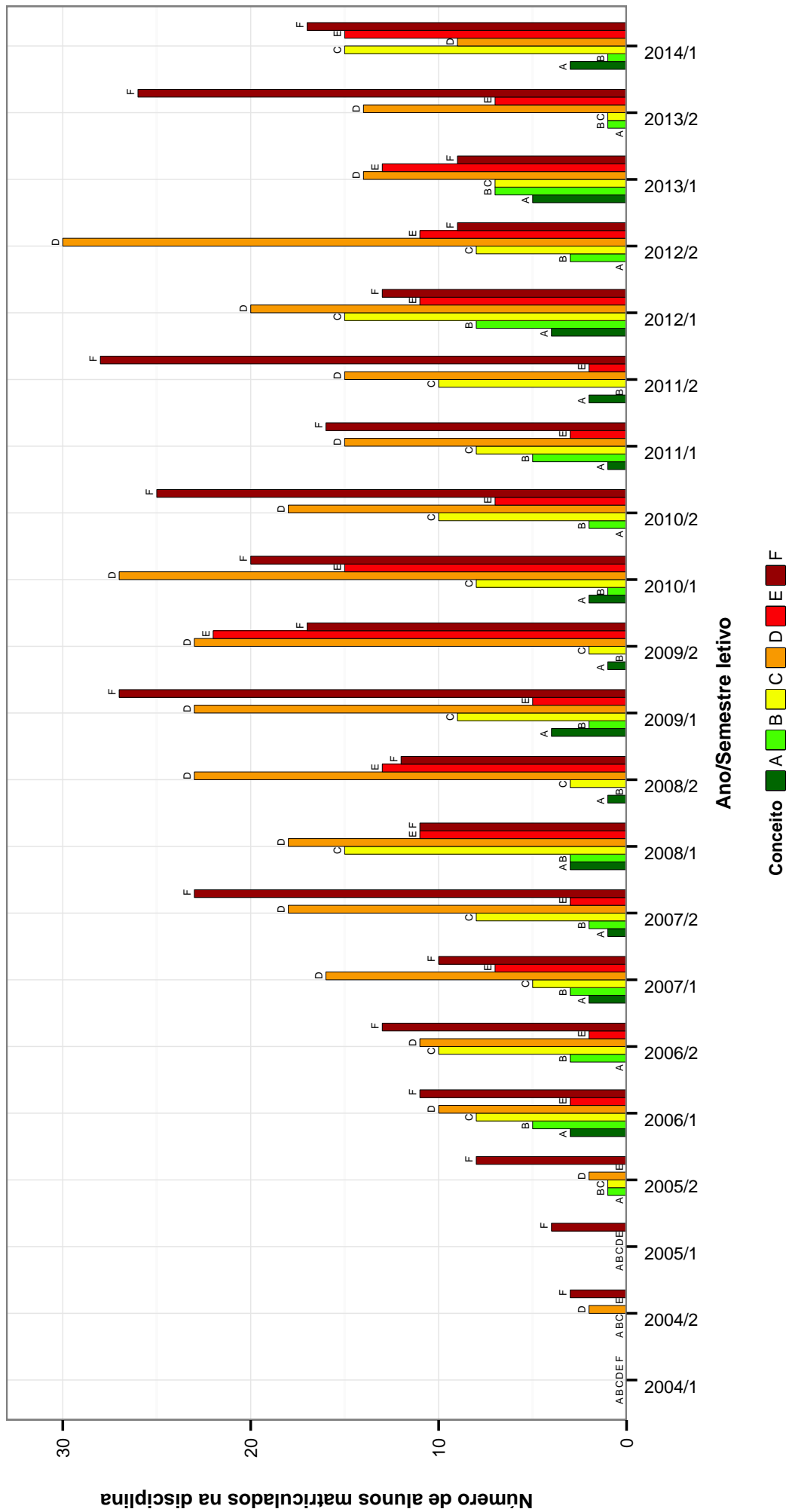


Figura 12: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina SISTEMAS DINAMICOS LINEARES .

## SISTEMAS OPERACIONAIS

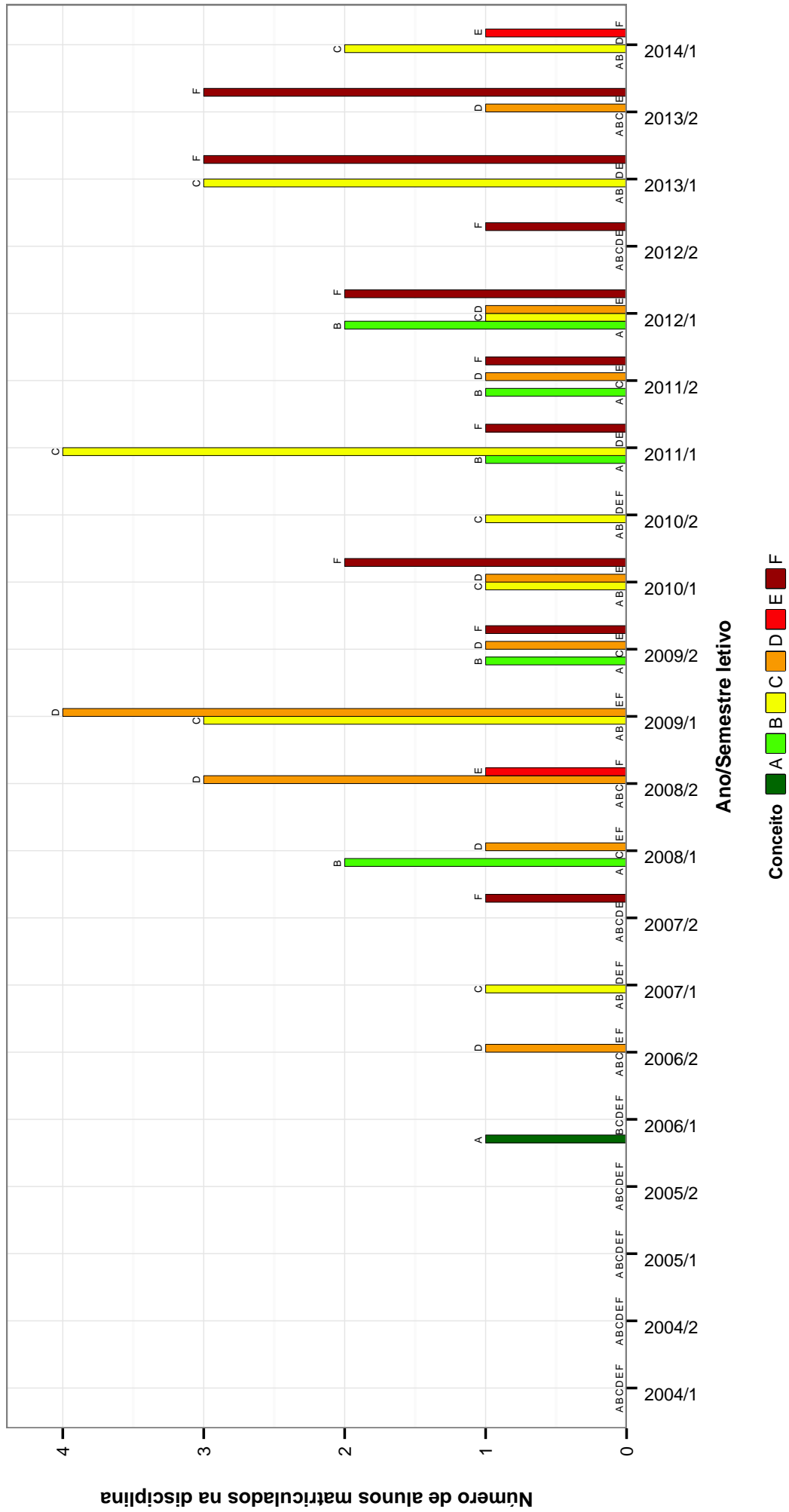


Figura 13: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurna no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina SISTEMAS OPERACIONAIS .

## VARIAVEL COMPLEXA

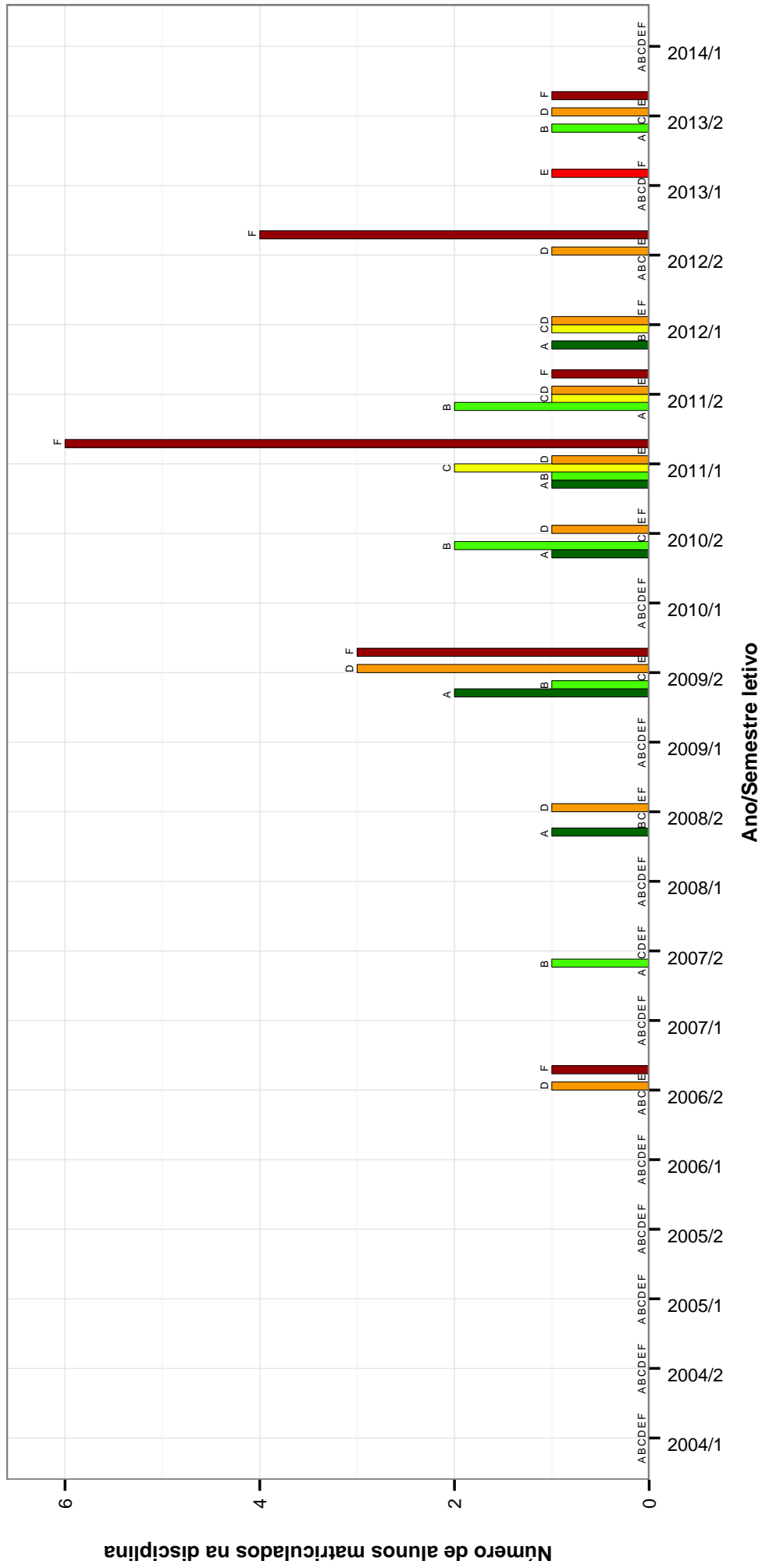


Figura 14: Conceitos obtidos pelos alunos matriculados no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 na disciplina VARIAVEL COMPLEXA .











Tabela 2 : Continuação

Disciplinas	Situação	04/1	04/2	05/1	05/2	06/1	06/2	07/1	07/2	08/1	08/2	09/1	09/2	10/1	10/2	11/1	11/2	12/1	12/2	13/1	13/2	14/1	Total	
SISTEMAS DISTRIBUIDOS PARA AUTOMACAO	Reprovados	0	0	0	0	2	0	1	2	4	1	4	6	16	21	5	8	7	7	10	14	10	118	
	Aprovados	0	0	0	2	3	5	30	21	23	25	37	24	24	27	39	33	34	25	24	25	45	446	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	1	2	0	9	
	Total	0	0	0	2	5	5	31	23	27	26	42	30	41	48	45	43	42	32	35	41	55	573	
SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFATURA	Reprovados	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	2	0	1	0	3	3	3	0	0	14	
	Aprovados	0	0	0	0	2	5	13	25	24	28	25	28	22	40	26	30	36	32	21	40	44	441	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Total	0	0	0	0	2	5	13	27	25	28	28	30	24	40	27	30	36	35	24	40	44	458	
SISTEMAS NEBULOSOS	Reprovados	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	4	12	6	5	3	4	3	3	45	
	Aprovados	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	17	0	3	19	15	15	16	10	25	5	13	145	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	2	1	1	1	1	0	1	12	
	Total	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	20	0	8	25	28	22	22	14	30	8	17	202	
SISTEMAS OPERACIONAIS	Reprovados	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	0	1	1	2	1	3	3	3	17	
	Aprovados	0	0	0	0	1	1	1	0	3	3	7	2	2	2	1	5	2	4	0	3	1	2	38
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	1	1	0	7	
	Total	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	4	7	5	6	1	7	3	6	1	7	5	3	62
SISTEMAS PROCESSADORES E PERIFERICOS	Reprovados	0	0	1	3	14	7	4	6	4	6	8	9	10	11	4	3	1	9	10	9	9	128	
	Aprovados	0	4	7	35	21	30	33	31	36	45	43	32	26	34	35	50	35	36	26	30	32	621	
	Trancados	0	0	0	1	6	6	5	1	4	2	2	2	4	4	4	1	2	2	3	3	5	49	
	Total	0	4	8	39	36	43	42	38	44	53	53	43	40	46	43	54	38	47	39	42	46	798	
TECNICAS DE CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS	Reprovados	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	5	10	1	5	2	6	3	2	1	1	46	
	Aprovados	0	0	0	0	1	2	1	9	16	14	20	15	8	3	9	7	7	7	3	10	11	134	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	3	2	5	0	1	2	3	4	3	2	3	37	
	Total	0	0	0	0	1	2	3	11	17	16	30	22	23	4	15	13	16	14	6	6	6	217	
TECNICAS DE MODELAGEM DE SIST. DINAMICOS	Reprovados	0	0	0	0	0	0	2	3	2	2	8	3	3	1	9	1	1	4	3	1	0	43	
	Aprovados	0	0	0	2	0	3	8	5	11	13	7	12	17	0	17	2	6	3	10	7	4	127	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	6	2	2	1	3	2	1	1	1	2	1	27	
	Total	0	0	0	2	4	4	12	8	13	16	18	21	22	2	29	5	8	8	14	10	5	197	
TOPICOS EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO	Reprovados	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	10	8	6	19	10	10	6	6	23	4	9	121	
	Aprovados	0	0	4	5	18	2	3	18	47	36	43	38	24	37	25	25	30	38	63	40	47	543	
	Trancados	0	2	0	0	0	0	2	1	10	2	10	3	6	3	7	6	2	2	7	4	11	79	
	Total	0	2	4	5	20	3	5	20	61	41	63	49	36	59	42	41	38	46	93	48	67	743	
TOPICOS EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO I	Reprovados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	5	2	4	6	32	
	Aprovados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	21	6	20	16	33	32	129	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	1	9	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	31	18	26	18	37	39	170	
TOPICOS EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO IV	Reprovados	0	0	0	0	0	0	5	7	8	12	19	23	13	28	23	25	14	23	19	9	23	251	
	Aprovados	0	0	0	0	9	9	28	31	55	57	74	75	71	54	72	66	66	57	56	70	92	933	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	1	6	6	7	5	10	11	1	15	12	10	13	9	10	117	
	Total	0	0	0	0	10	10	33	39	69	75	100	103	94	93	96	106	92	90	88	88	125	1301	
VARIÁVEL COMPLEXA	Reprovados	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	6	1	0	4	1	1	0	17	
	Aprovados	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	6	0	4	5	4	3	1	0	2	0	29	
	Trancados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	0	0	0	7	
	Total	0	0	0	0	3	3	0	1	1	2	2	9	3	4	14	6	4	3	7	1	3	53	
TOTAL	Reprovados	13	74	94	126	211	183	249	253	294	291	401	476	526	541	404	513	392	518	555	499	536	7149	
	Aprovados	269	648	845	1131	1268	1408	1630	1819	1973	2276	2176	2260	2229	2303	2346	2245	2370	2266	2253	2138	2015	37868	
	Trancados	11	5	29	28	43	111	72	69	82	76	111	106	136	132	129	178	166	151	147	131	121	2034	
	Total	293	727	968	1285	1522	1702	1951	2141	2349	2643	2688	2842	2891	2976	2879	2936	2928	2935	2955	2768	2672	47051	

## 4 ANÁLISE DA EVASÃO DOS DISCENTES

Esta seção avalia a situação dos alunos no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno e busca entender como ocorre a evasão<sup>6</sup> nesse curso e quais fatores podem ser utilizados para sinalizar a evasão. Esta seção procura responder perguntas como:

1. Qual a situação do aluno no curso de acordo com a forma de ingresso?
2. Qual o número de semestres cursados pela maior parte dos alunos até a evasão ou a conclusão do curso?
3. A evasão está mudando ao longo do tempo? Qual a taxa de evasão da turma que ingressou em 2004 e qual a taxa de evasão das turmas que ingressaram recentemente?
4. Qual o rendimento semestral global médio dos alunos que concluíram o curso (quando há concluintes no curso) e dos alunos que evadiram?
5. Quais as principais disciplinas que chegam a ser cursadas pelos alunos que evadiram?
6. Dado que um estudante foi reprovado em determinada disciplina, qual a chance de evasão?
7. Entre os alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno e ingressaram novamente na UFMG, quais os cursos escolhidos por esses estudantes?

---

<sup>6</sup>Considera-se como evasão qualquer desvinculação do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno que não seja por motivo de conclusão do curso, ainda que o aluno se mantenha vinculado à UFMG em outro curso ou em outra subdivisão.

Considerando o curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1 foram encontrados 926 registros de ingresso, sendo 920 alunos distintos<sup>7</sup>, ou seja, há 6 alunos que reingressaram no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno neste período.

**Tabela 3: Forma de Ingresso versus Situação do Discente**

Forma de Ingresso	Conclusão		Evasão		Cursando		Total	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Convênio	0	0%	0	0%	2	100%	2	0,22%
Obtenção de novo título	0	0%	4	100%	0	0%	4	0,43%
Processo seletivo	274	32,62%	174	20,71%	392	46,67%	840	90,71%
Refugiado político	1	100%	0	0%	0	0%	1	0,11%
Reopção	6	21,43%	7	25%	15	53,57%	28	3,02%
Transferência comum	26	50,98%	11	21,57%	14	27,45%	51	5,51%
Total	307	33,15%	196	21,17%	423	45,68%	926	100%

A Tabela 3 mostra a situação<sup>8</sup> do discente no curso de acordo com a forma de ingresso. Do total de 926 registros de ingresso, pode-se observar que 21,17% evadiram do curso, 45,68% ainda estão matriculados e 33,15% se graduaram. Nota-se também que do total de 926 registros de ingresso, 90,71% foram por Processo Seletivo.

A Tabela 4 mostra a situação do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno por ano<sup>9</sup> de entrada e de acordo com a forma de ingresso no curso. Nota-se que no ano de 2013 ingressaram 79 alunos através de Processo Seletivo, sendo que 6 deles evadiram até o final do ano de 2014/1.

Ressalta-se que o presente relatório considera somente os alunos que ingressaram até 2014/1, portanto, para os cursos com duas entradas em 2014, foram incluídos somente os discentes que ingressaram no primeiro semestre.

<sup>7</sup>Em alguns cursos há casos de alunos que ingressam mais de uma vez em decorrência, por exemplo, de jubileamento e retorno posterior ao curso através de novo vestibular.

<sup>8</sup>Em alguns cursos, devido à mudança de subdivisão, pode ocorrer casos de alunos que concluíram o curso tendo cursado zero períodos.

<sup>9</sup>Se o ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno tiver ocorrido por reopção ou mudança de subdivisão, considera-se que o ano de ingresso do discente neste curso é igual ao ano em que ele realizou a reopção ou a mudança de subdivisão.

Tabela 4: Situação dos alunos por forma de ingresso e de acordo com o ano de entrada no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno

Forma de ingresso	Situação	Ano de ingresso no curso											Total		
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			
Convênio	Conclusão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evasão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cursando	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	2
	Total	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	2
Obtenção de novo título	Conclusão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evasão	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	4	4
	Cursando	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	4	4
Processo seletivo	Conclusão	56	60	60	54	30	13	1	0	0	0	0	0	0	274
	Evasão	23	19	18	17	29	13	13	16	8	6	12	12	174	174
	Cursando	2	1	2	9	21	55	65	66	70	73	28	28	392	392
	Total	81	80	80	80	80	81	79	82	82	78	79	40	840	840
Refugiado político	Conclusão	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Evasão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cursando	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Reopção	Conclusão	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	6
	Evasão	0	3	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	7	7
	Cursando	0	0	0	0	0	0	1	3	4	7	0	0	15	15
	Total	2	4	2	0	0	0	3	5	5	7	0	0	28	28
Transferência comum	Conclusão	14	1	1	1	8	0	1	0	0	0	0	0	26	26
	Evasão	3	0	1	0	2	0	0	4	1	0	0	0	11	11
	Cursando	0	0	0	0	1	0	1	3	3	6	0	0	14	14
	Total	17	1	2	1	11	0	2	7	4	6	0	0	51	51
<b>Total</b>	101	85	84	81	95	81	84	94	89	92	40	40	926	926	

A Tabela 5 e a Figura 15 mostram o número de semestres cursados até a desvinculação por alunos que já concluíram ou evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno. É possível observar que 33,15% dos alunos que evadiram o fizeram até o 4<sup>o</sup> período.

A Tabela 6 e a Figura 16 mostram a situação dos alunos (conclusão, cursando ou evasão) de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno. É possível observar que no ano de 2013, 92 alunos ingressaram no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno sendo que, até 2014/1, 6 (6,52%) deles evadiram do curso.

**Tabela 5: Número de semestres cursados pelos discentes que evadiram ou concluíram o curso no período de 2004/1 a 2014/1**

Semestres Cursados	Evasão			Conclusão		
	Freq.	%	% acumulado	Freq.	%	% acumulado
1	23	11,73%	11,73%	0	0%	0%
2	10	5,1%	16,83%	0	0%	0%
3	16	8,16%	24,99%	0	0%	0%
4	16	8,16%	33,15%	0	0%	0%
5	22	11,22%	44,37%	1	0,33%	0,33%
6	23	11,73%	56,1%	0	0%	0,33%
7	16	8,16%	64,26%	6	1,95%	2,28%
8	18	9,18%	73,44%	7	2,28%	4,56%
9	12	6,12%	79,56%	15	4,89%	9,45%
10	6	3,06%	82,62%	105	34,2%	43,65%
11	8	4,08%	86,7%	81	26,38%	70,03%
12	6	3,06%	89,76%	41	13,36%	83,39%
13	4	2,04%	91,8%	24	7,82%	91,21%
14	5	2,55%	94,35%	13	4,23%	95,44%
15	5	2,55%	96,9%	4	1,3%	96,74%
16	3	1,53%	98,43%	6	1,95%	98,69%
17	1	0,51%	98,94%	3	0,98%	99,67%
18	1	0,51%	99,45%	0	0%	99,67%
19	0	0%	99,45%	0	0%	99,67%
20	1	0,51%	99,96%	0	0%	99,67%
21	0	0%	99,96%	1	0,33%	100%
<b>Total</b>	196	-	99,96%	307	-	100%

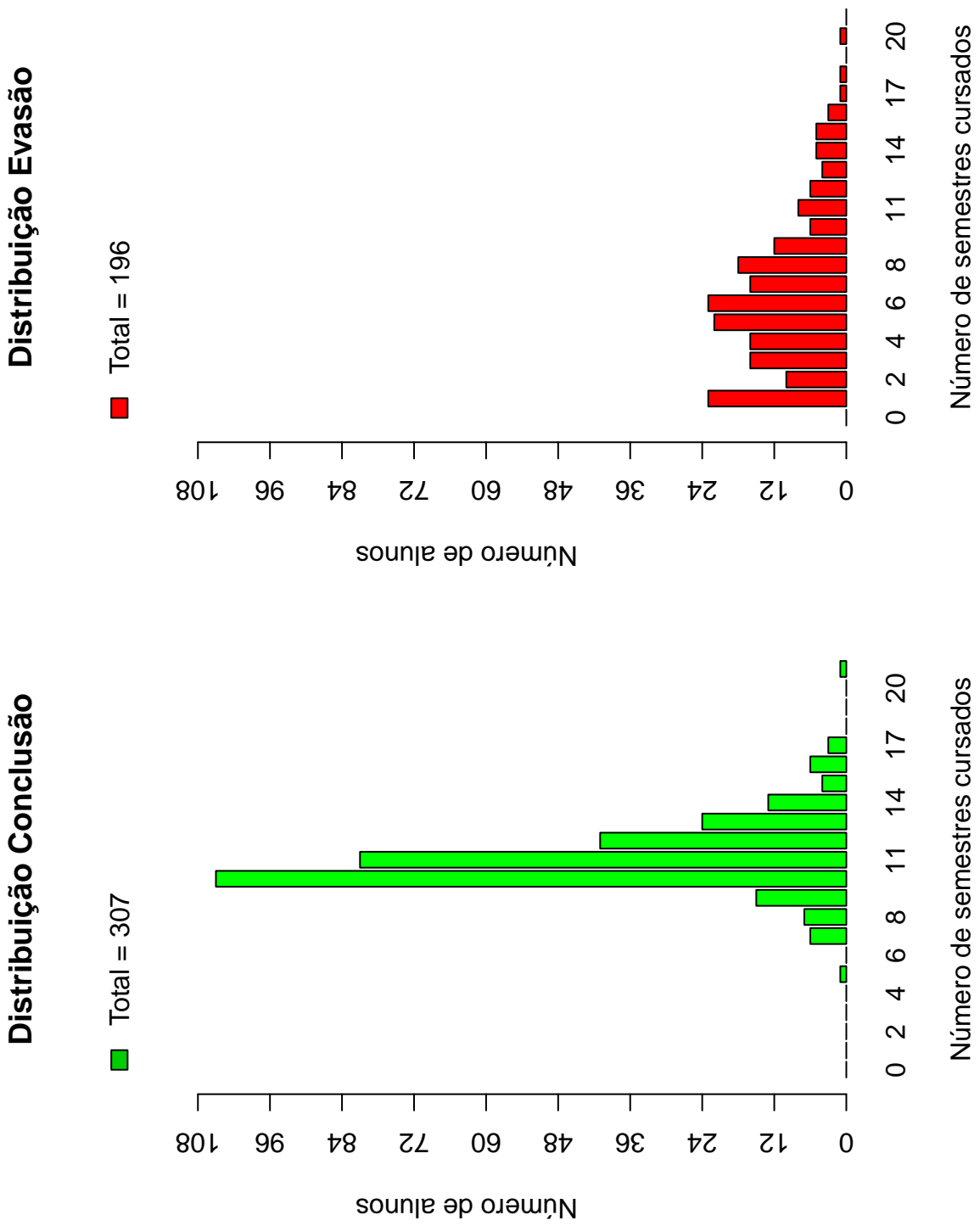
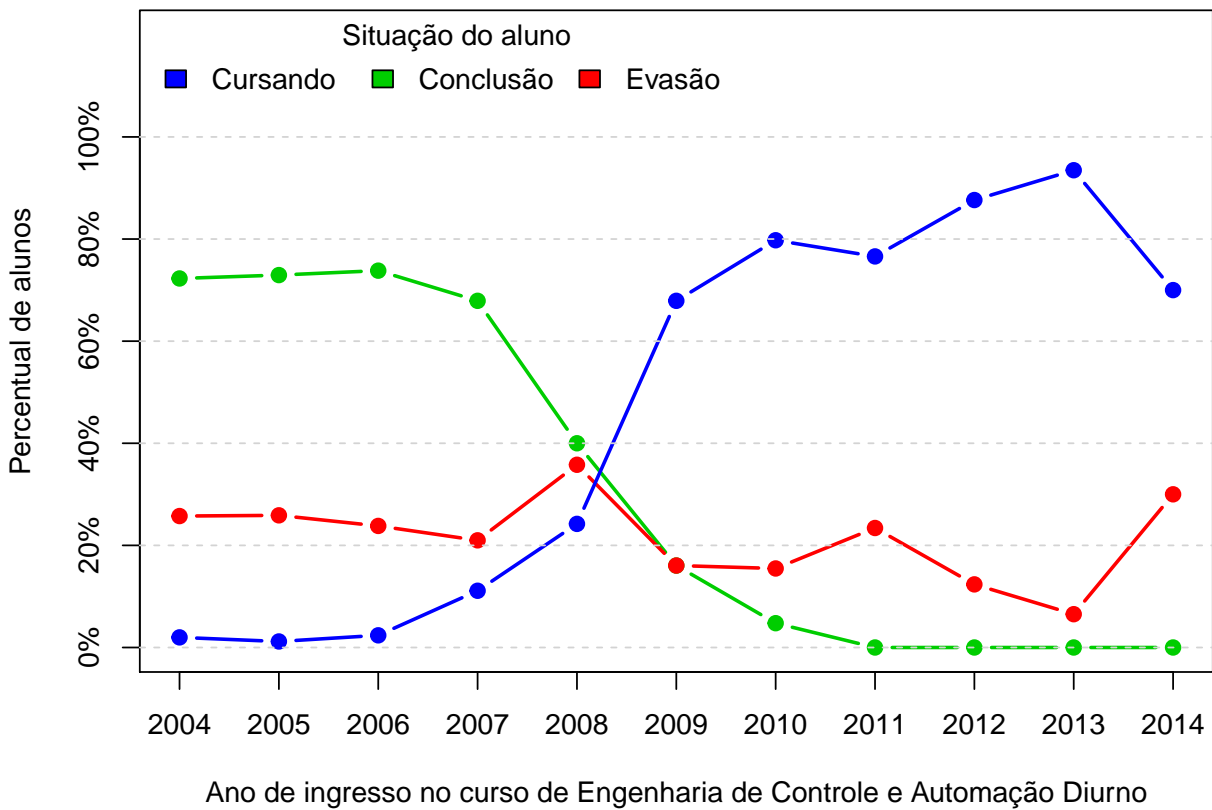


Figura 15: Número de semestres cursados de acordo com a Situação do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno.

**Tabela 6: Situação do aluno na UFMG de acordo com ano de ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno**

Ano de ingresso	Conclusão		Evasão		Cursando		Total	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
2004	73	72,28%	26	25,74%	2	1,98%	101	10,91%
2005	62	72,94%	22	25,88%	1	1,18%	85	9,18%
2006	62	73,81%	20	23,81%	2	2,38%	84	9,07%
2007	55	67,9%	17	20,99%	9	11,11%	81	8,75%
2008	38	40%	34	35,79%	23	24,21%	95	10,26%
2009	13	16,05%	13	16,05%	55	67,9%	81	8,75%
2010	4	4,76%	13	15,48%	67	79,76%	84	9,07%
2011	0	0%	22	23,4%	72	76,6%	94	10,15%
2012	0	0%	11	12,36%	78	87,64%	89	9,61%
2013	0	0%	6	6,52%	86	93,48%	92	9,94%
2014	0	0%	12	30%	28	70%	40	4,32%
Total	307	33,15%	196	21,17%	423	45,68%	926	100%



**Figura 16: Situação do aluno de acordo com o ano de ingresso.**

A Tabela 7<sup>10</sup> e a Figura 17 mostram o número de estudantes matriculados por semestre de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno. No ano de 2012, por exemplo, 89 estudantes iniciaram o curso, 89 se matricularam no 2º semestre<sup>11</sup>, 88 se matricularam no 3º semestre e 87 se matricularam no 4º semestre.

É importante ressaltar que parte da redução do número de alunos de um semestre para outro pode ser devido à desvinculação por conclusão (especialmente nos últimos semestres). Para verificar o total de desvinculações por evasão é necessário consultar a Tabela 6.

---

<sup>10</sup>Por uma questão de *layout* do texto, foi possível incluir na Tabela 7 o limite máximo de 16 períodos.

<sup>11</sup>É importante ressaltar que o conceito de semestre apresentado neste relatório indica o tempo em que o estudante se manteve vinculado à UFMG e não se o estudante está efetivamente cursando as disciplinas esperadas para o respectivo período.



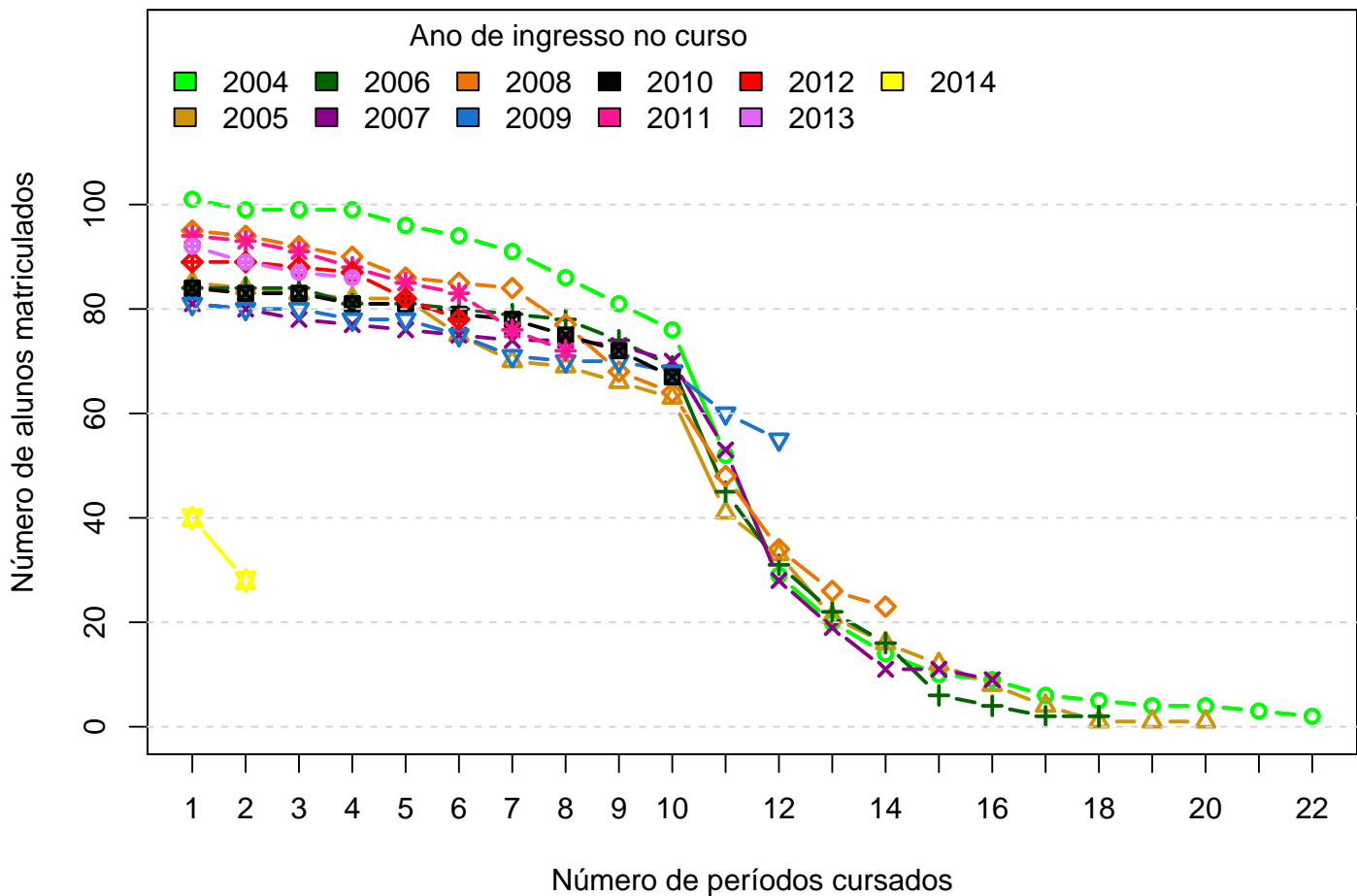
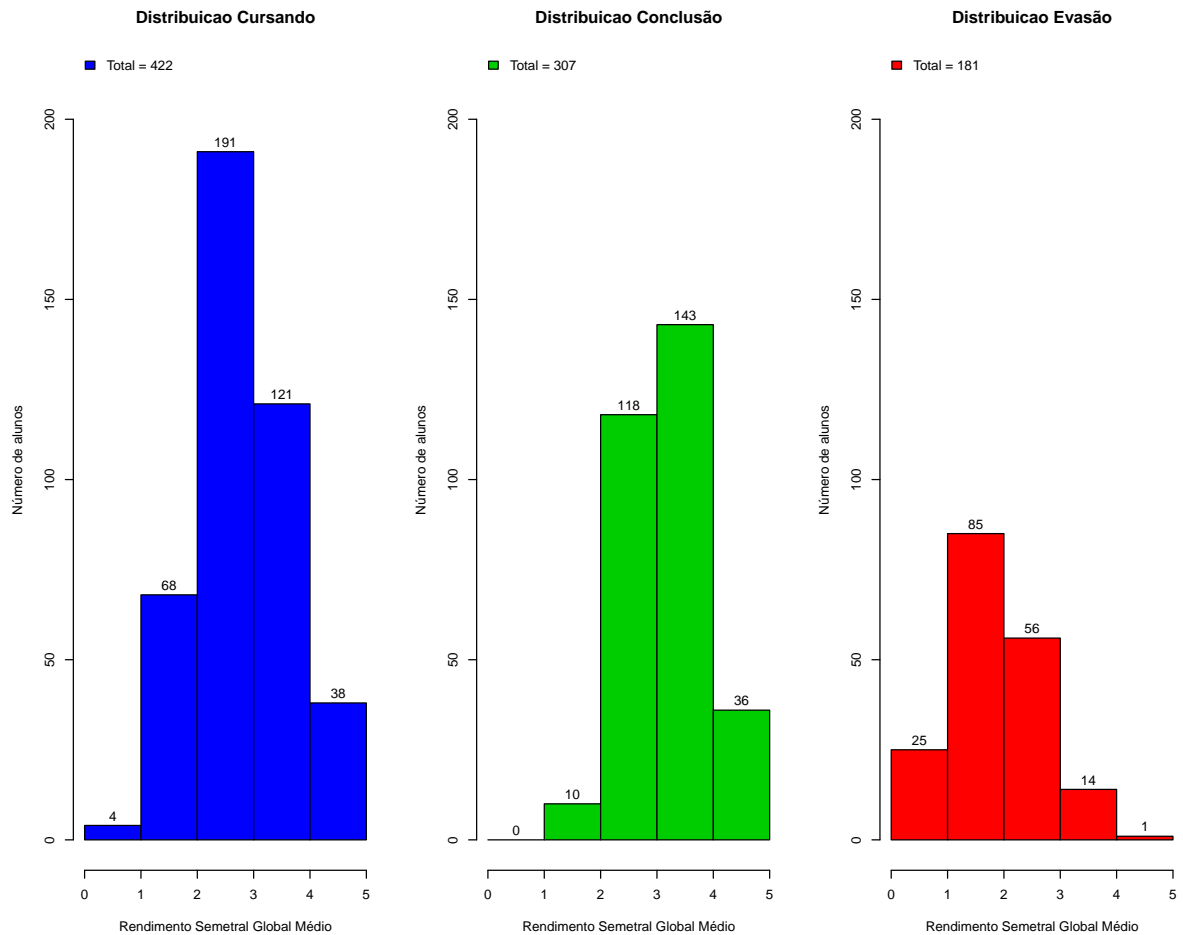


Figura 17: Número de alunos matriculados por períodos de acordo com o ano de ingresso.

Tabela 7: Número de estudantes matriculados no início do período de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno

Alunos por período	Ano de Ingresso										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 <sup>o</sup>	101	85	84	81	95	81	84	94	89	92	40
2 <sup>o</sup>	99	84	84	80	94	80	83	93	89	89	28
3 <sup>o</sup>	99	83	84	78	92	80	83	91	88	87	
4 <sup>o</sup>	99	82	81	77	90	78	81	88	87	86	
5 <sup>o</sup>	96	82	81	76	86	78	81	85	82		
6 <sup>o</sup>	94	75	80	75	85	75	79	83	78		
7 <sup>o</sup>	91	70	79	74	84	71	78	76			
8 <sup>o</sup>	86	69	78	74	77	70	75	72			
9 <sup>o</sup>	81	66	74	73	68	70	72				
10 <sup>o</sup>	76	63	69	70	64	68	67				
11 <sup>o</sup>	52	41	45	53	48	60					
12 <sup>o</sup>	29	33	31	28	34	55					
13 <sup>o</sup>	20	21	22	19	26						
14 <sup>o</sup>	14	16	16	11	23						
15 <sup>o</sup>	10	12	6	11							
16 <sup>o</sup>	9	8	4	9							

A Figura 18 mostra a distribuição do Rendimento Semestral Global Médio (RSGM)<sup>12</sup> dos alunos que estão cursando, dos alunos que concluíram e dos alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1.



**Figura 18: Rendimento Semestral Global Médio de acordo com a Situação do aluno na UFMG.**

<sup>12</sup>Ressalta-se que neste gráfico é possível incluir somente os estudantes que possuem RSGM, por isso, em alguns casos, o número total de alunos pode diferir do total apresentado na Tabela 6.

A Figura 19 mostra, dentre o grupo de alunos que evadiram (196 alunos), o percentual deles que chegaram a cursar as principais disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno antes do desligamento. Observa-se, por exemplo, que mais de 80% dos alunos que evadiram cursaram disciplinas como: ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS I, CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I, FUNDAMENTOS DE MECANICA, GEOMETRIA ANALITICA E ALGEBRA LINEAR, INTRODUCAO A ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO e QUIMICA GERAL.

A Tabela 8 e a Figura 20 mostram a proporção de alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno dado que foram reprovados nas disciplinas cursadas por pelo menos 60%<sup>13</sup> do grupo de alunos que evadiu. O cálculo é feito dividindo-se o número total de alunos reprovados na disciplina que evadiram do curso pelo total de alunos reprovados na disciplina.

No caso da disciplina "ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS I", por exemplo, em um total de 196 alunos que evadiram no período avaliado, 164 deles a cursaram. Para essa disciplina, dado que o aluno foi reprovado, a probabilidade de evasão foi igual a 71,83%. No caso da disciplina "ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS II", a probabilidade de evasão dado que o aluno foi reprovado foi igual a 63,3%, sendo que do total de 196 alunos que evadiram, 136 deles chegaram a cursar essa disciplina.

A Figura 21 mostra o boxplot do rendimento nas disciplinas selecionadas na Tabela 8 de acordo com a situação no curso (evasão ou conclusão).

---

<sup>13</sup>Essa restrição foi colocada uma vez que, conforme mostrado na Figura 19, em algumas disciplinas há um número muito pequeno de alunos evadidos que chegaram a cursá-las, neste caso, ter chegado a cursar a disciplina já é um fator que torna menos provável a evasão.

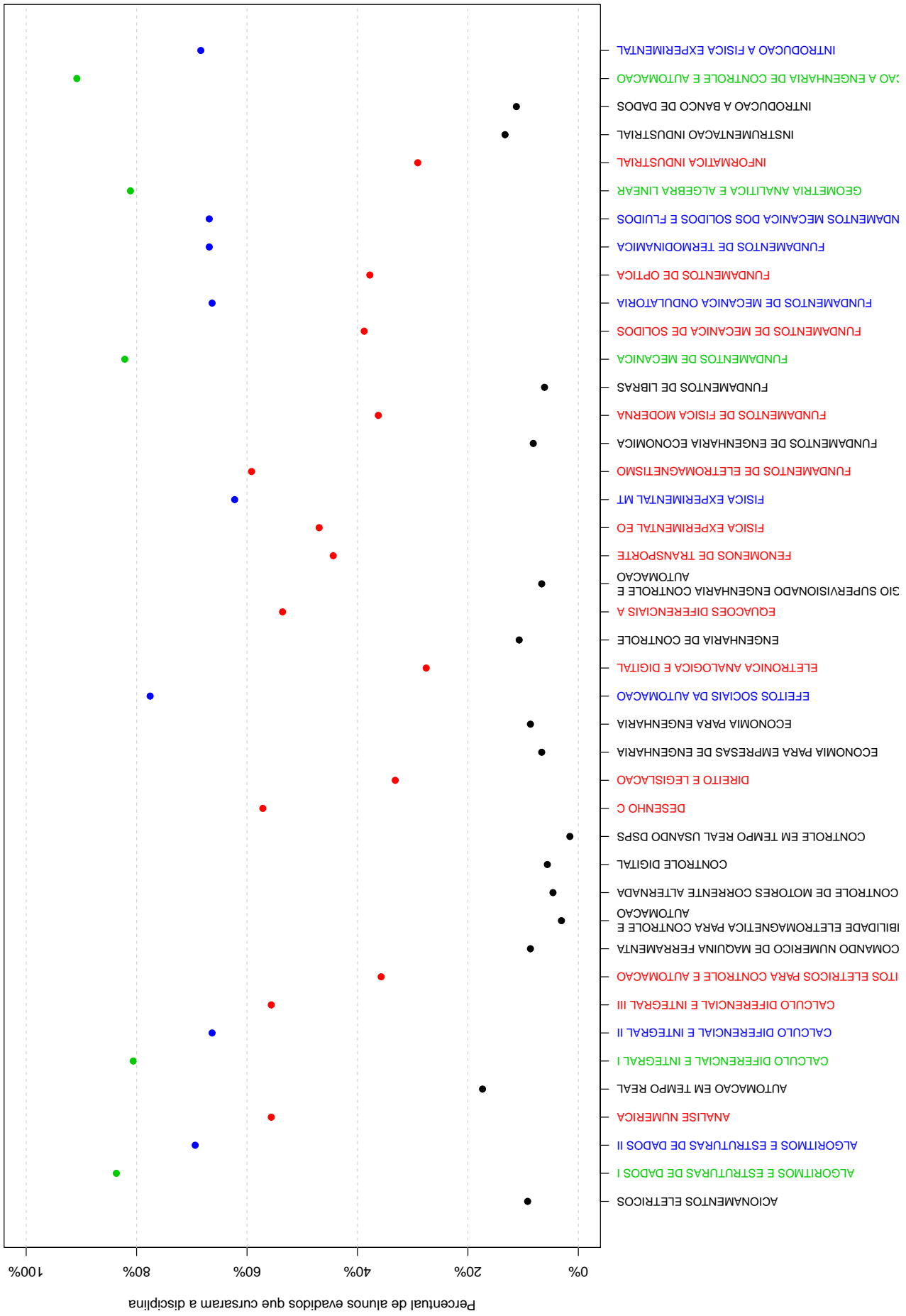


Figura 19: Principais disciplinas cursadas pelos alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno.



**Tabela 8: Dados sobre reprovação e evasão nas principais disciplinas cursadas pelos alunos que evadiram da UFMG entre 2004/1 e 2014/1**

Disciplina cursadas por pelo menos 60% dos alunos que evadiram do curso	Alunos que evadiram			Total de alunos		Probabilidade de evadir / reprovação na disciplina
	Número de alunos que evadiram e foram reprovados na disciplina	Número de alunos que evadiram e cursaram a disciplina	Total de alunos reprovados na disciplina	Total de alunos que cursaram a disciplina		
ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS I	51	164	71	421	71,83%	
ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS II	69	136	109	417	63,3%	
CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	48	158	64	412	75%	
CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II	44	130	55	396	80%	
EFEITOS SOCIAIS DA AUTOMACAO	37	152	72	458	51,39%	
FISICA EXPERIMENTAL MT	8	122	9	410	88,89%	
FUNDAMENTOS DE MECANICA	44	161	58	421	75,86%	
FUNDAMENTOS DE MECANICA ONDULATORIA	29	130	58	412	50%	
FUNDAMENTOS DE TERMODINAMICA	37	131	56	406	66,07%	
FUNDAMENTOS MECANICA DOS SOLIDOS E FLUIDOS	10	131	15	408	66,67%	
GEOMETRIA ANALITICA E ALGEBRA LINEAR	51	159	64	412	79,69%	
INTRODUCAO A ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO	18	178	23	470	78,26%	

continua na próxima página

Tabela 8 : Continuação

Disciplina cursadas por pelo menos 60% dos alunos que evadiram do curso	Alunos que evadiram			Total de alunos		Probabilidade de evadir / reprovação na disciplina
	Número de alunos que evadiram e foram reprovados na disciplina	Número de alunos que evadiram e cursaram a disciplina	Total de alunos reprovados na disciplina	Total de alunos que cursaram a disciplina		
INTRODUCAO A FISICA EXPERIMENTAL	14	134	17	402	82,35%	
MECANICA FUNDAMENTAL	50	123	79	418	63,29%	
PROTECAO AMBIENTAL	12	151	12	450	100%	
QUIMICA GERAL	28	164	30	424	93,33%	
SISTEMAS DIGITAIS	38	143	52	424	73,08%	

% de alunos que evadiram dado reprovação na disciplina

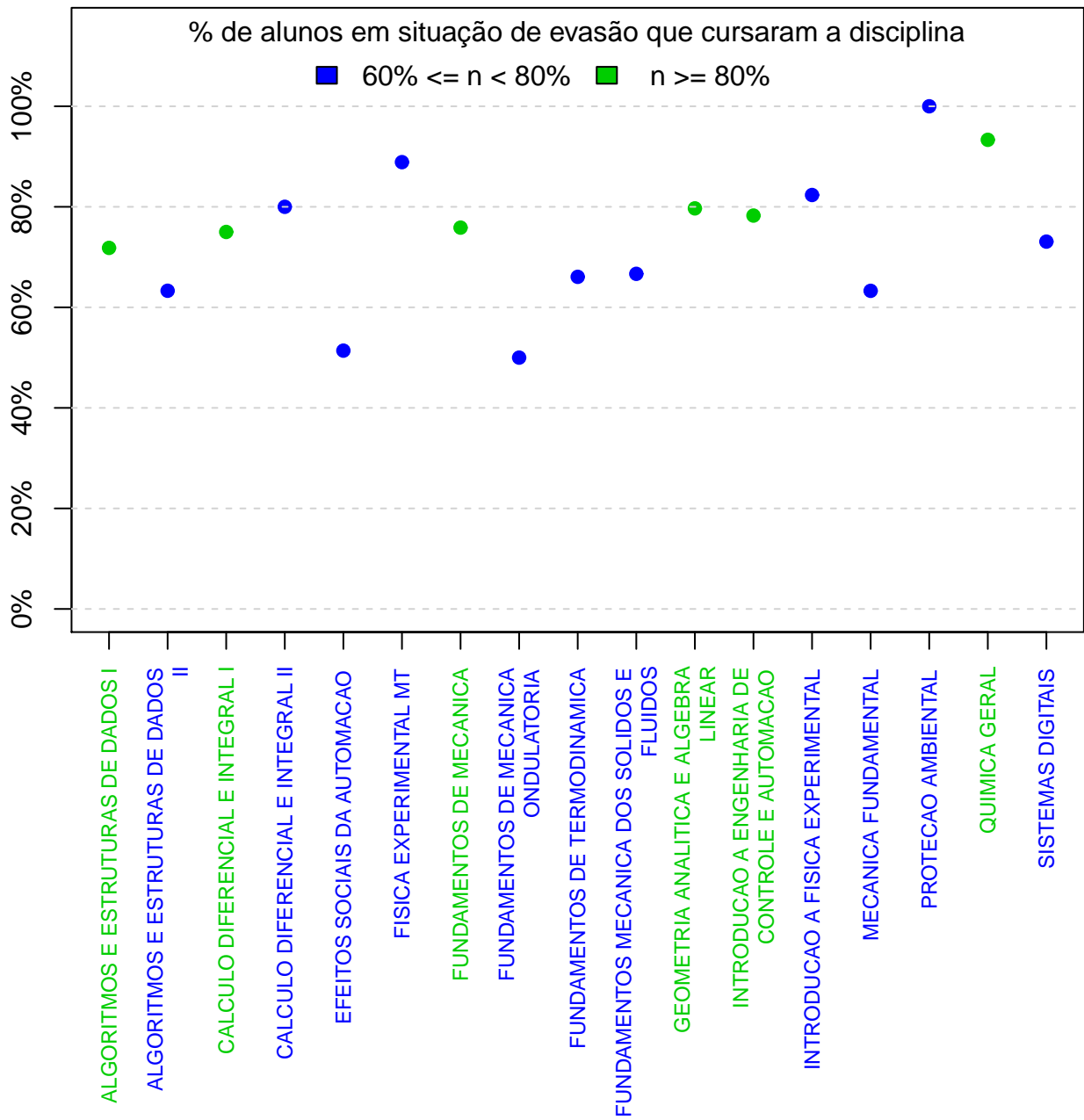


Figura 20: Probabilidade de evasão dado que o aluno foi reprovado na disciplina.



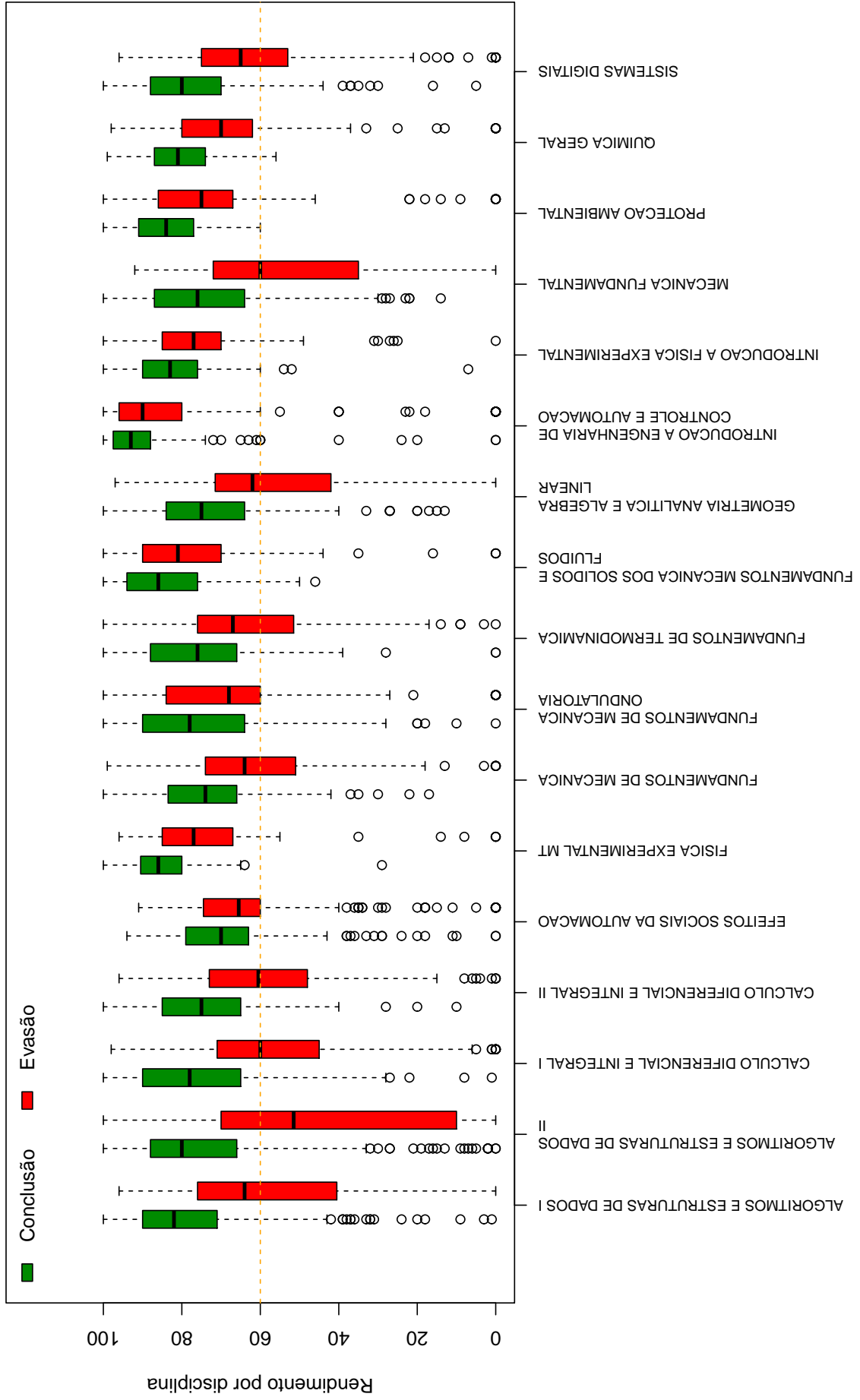


Figura 21: Rendimento por disciplina de acordo com a situação do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno: Evasão ou Conclusão.

A Tabela 9 e a Figura 22 mostram os cursos de destino na UFMG dos alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno e retornaram para a Instituição. Verifica-se que entre os 196 alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno no período de 2004/1 a 2014/1, 104 alunos ingressaram novamente na UFMG em outro curso através de novo processo seletivo, mudança de subdivisão, reopção, entre outras formas<sup>14</sup>.

Na Figura 22 cada aresta representa um aluno, os cursos dispostos mais próximos ao centro do círculo são os que receberam os maiores números de alunos oriundos do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurno (maior número de arestas).

**Tabela 9: Curso de Destino de parte dos alunos que evadiram no período de 2004/1 a 2014/1**

<b>Curso</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
ARQUITETURA E URBANISMO DIURNO	1	0,96%
CIENCIA DA COMPUTACAO DIURNO	3	2,88%
CIENCIAS ECONOMICAS DIURNO	3	2,88%
COMUNICACAO SOCIAL DIURNO	1	0,96%
DIREITO DIURNO	4	3,85%
DIREITO NOTURNO	5	4,81%
ENFERMAGEM DIURNO	1	0,96%
ENGENHARIA AMBIENTAL DIURNO	2	1,92%
ENGENHARIA CIVIL DIURNO	4	3,85%
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO NOTURNO	25	24,04%
ENGENHARIA DE MINAS DIURNO	1	0,96%
ENGENHARIA DE PRODUCAO DIURNO	18	17,31%
ENGENHARIA ELETRICA DIURNO	4	3,85%
ENGENHARIA MECANICA DIURNO	3	2,88%
ENGENHARIA MECANICA NOTURNO	2	1,92%
ENGENHARIA METALURGICA DIURNO	3	2,88%
FISICA DIURNO	2	1,92%
FISICA NOTURNO	2	1,92%
GEOLOGIA DIURNO	1	0,96%
LETRAS DIURNO	1	0,96%
LETRAS NOTURNO	2	1,92%
MEDICINA DIURNO	8	7,69%
MUSICA NOTURNO	1	0,96%

continua na próxima página

<sup>14</sup>Nos casos em que o estudante ingressou em mais de um curso após a evasão de Engenharia de Controle e Automação Diurno, considerou-se o destino final do estudante, ou seja, o último curso em que ele teve registro na UFMG

**Tabela 9 : Continuação**

<b>Curso</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
RELACOES ECONOMICAS INTERNACIONAIS NO-TURNO	1	0,96%
SISTEMAS DE INFORMACAO DIURNO	4	3,85%
TEATRO DIURNO	1	0,96%
ZOOTECNIA DIURNO	1	0,96%
TOTAL	104	100%

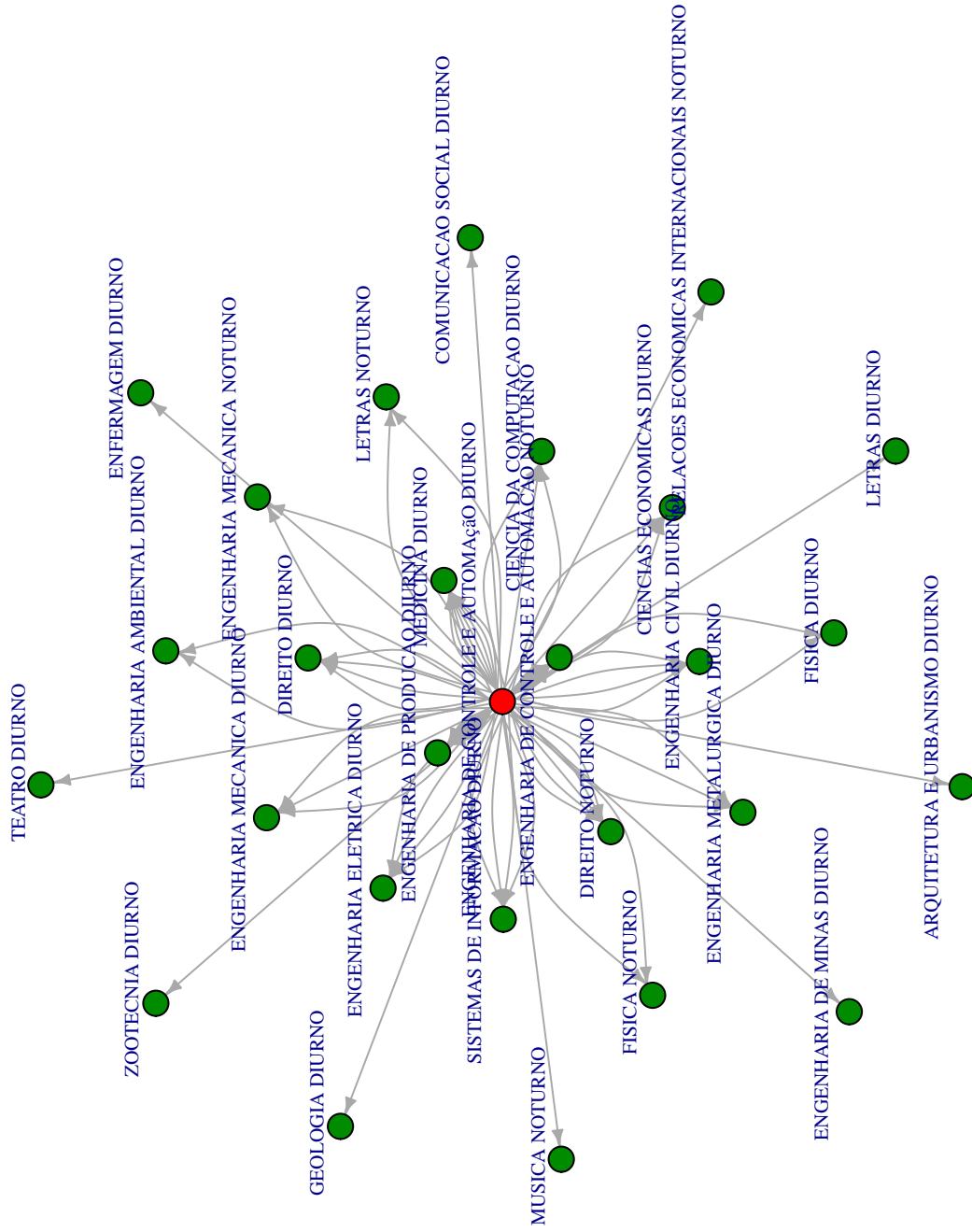


Figura 22: Cursos de destino de alunos que evadiram do curso de Engenharia de Controle e Automação Diurna no período de 2004/1 a 2014/1.

## 5 REFERÊNCIAS

KOHONEN, T., 2001. *Self-Organizing Maps*, Number 30 in Springer Series in Information Sciences, 3 ed. Springer-Verlag, Berlin.

MAGALHÃES, M. N, LIMA, LIMA, A. C. P., 2004. *Noções de Probabilidade e Estatística*, 6 ed . Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MINGOTI, S. A., 2005 *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG, Belo Horizonte.

WEHRENS, R, BUYDENS, L. M. C., 2007 *Self- and Super-organizing Maps in R: The kohonen Package*. Journal of Statistical Software, Volume 21, Issue 5.

TRIOLA, M.F., 1999. *Introdução à Estatística*, 7 ed . LTC, Rio de Janeiro.