

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

Avaliação do desempenho acadêmico dos estudantes  
de graduação:

**Engenharia Química**

BELO HORIZONTE  
MARÇO DE 2016

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

**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>30</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>46</b>

## Lista de Tabelas

1	Disciplinas consideradas difíceis . . . . .	15
2	Situação dos estudantes nas principais disciplinas do curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 . . . . .	24
3	Forma de Ingresso versus Situação do Discente . . . . .	31
4	Situação dos estudantes por forma de ingresso e de acordo com o ano de entrada no curso de Engenharia Química . . . . .	32
5	Número de semestres cursados pelos discentes que evadiram ou concluíram o curso no período de 2005/1 a 2015/2 . . . . .	33
6	Situação do estudante na UFMG de acordo com ano de ingresso no curso de Engenharia Química . . . . .	35
7	Número de estudantes matriculados no início do período de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia Química . . . . .	37
8	Dados sobre reprovação e evasão nas principais disciplinas cursadas pelos estudantes que evadiram da UFMG entre 2005/1 e 2015/2 . . . . .	42
9	Curso de Destino de parte dos alunos que evadiram no período de 2005/1 a 2015/2 . . . . .	44

## Lista de Figuras

1	Ilustração do Boxplot. . . . .	7
2	Exemplo Histograma. . . . .	8
3	Exemplo de gráfico de barras. . . . .	9
4	Rendimento dos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 - disciplinas agrupadas por dificuldade. . .	13
5	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina MAT002-CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III . . . . .	16
6	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina MAT016-EQUACOES DIFERENCIAIS B . . . . .	17
7	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina FIS069-FUNDAMENTOS DE ELETROMAGNETISMO . . . . .	18
8	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI606-QUIMICA ANALITICA I . . . . .	19
9	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI602-FISICO-QUIMICA I . . . . .	20
10	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI604-FISICO-QUIMICA II . . . . .	21
11	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI603-QUIMICA ORGANICA I . . . . .	22
12	Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI605-QUIMICA ORGANICA II . . . . .	23
13	Número de semestres cursados de acordo com a Situação do estudante no curso de Engenharia Química. . . . .	34

14	Situação do estudante de acordo com o ano de ingresso. . . . .	35
15	Número de estudantes matriculados por semestres de acordo com o ano de ingresso. . . . .	37
16	Rendimento Semestral Global Médio de acordo com a Situação do aluno na UFMG. . . . .	38
17	Principais disciplinas cursadas pelos estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química. . . . .	40
18	Rendimento por disciplina de acordo com a situação do estudante no curso de: Evasão ou Conclusão. . . . .	43
19	Cursos de destino de estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 . . . . .	45

# 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 Química no período<sup>1</sup> de 2005/1 a 2015/2 . Foram analisados os dados de todos os estudantes matriculados no curso neste período, com exceção somente dos estudantes matriculados em decorrência de continuidade de estudos.

Os dados analisados neste relatório foram fornecidos pelo Centro de Computação da UFMG (CECOM) e o tratamento, a análise dos dados e a produção do relatório foi realizada 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/>.

---

<sup>1</sup>Destaca-se que neste relatório foram incluídos todos os estudantes que ingressaram na UFMG a partir de 2004/1 e no curso de Engenharia Química a partir de 2005/1. No relatório anterior foram incluídos os estudante que ingressaram na UFMG a partir de 2000/1 e no curso de Engenharia Química a partir de 2004/1. Essa diferença se deve à limitação do espaço disponível do arquivo de dados fornecido ao Setor de Estatística.

## 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%.

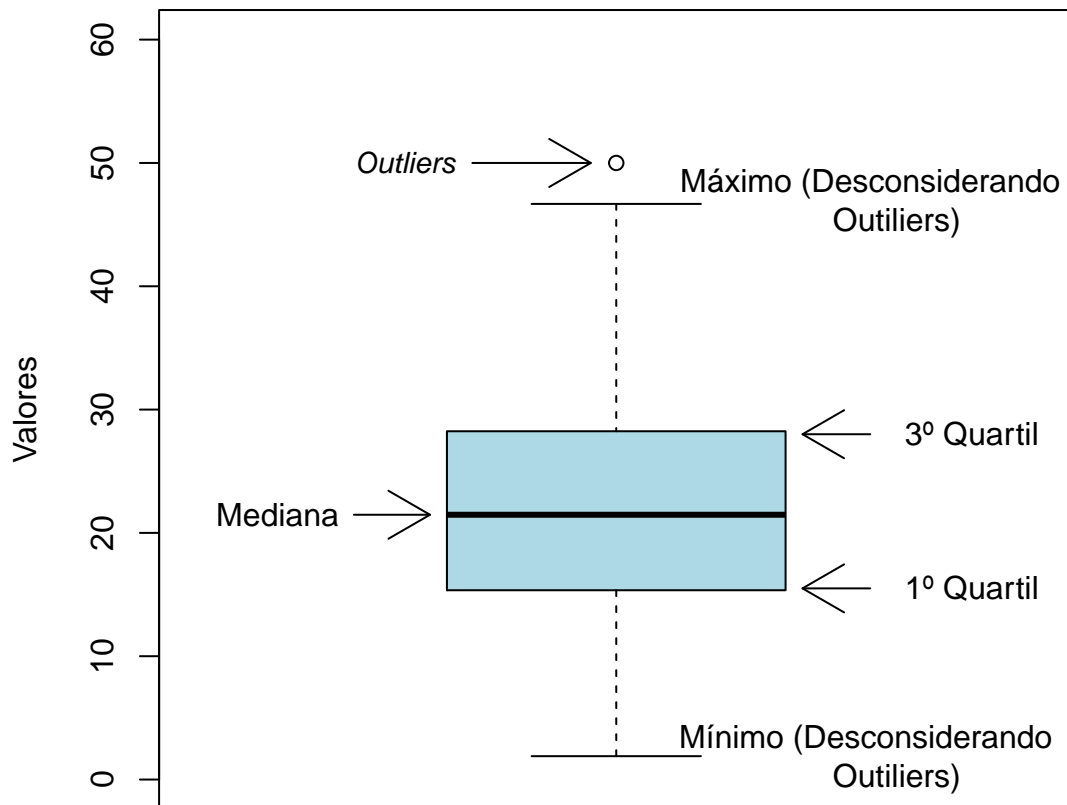
#### **Boxplot:**

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 [1] e [2].

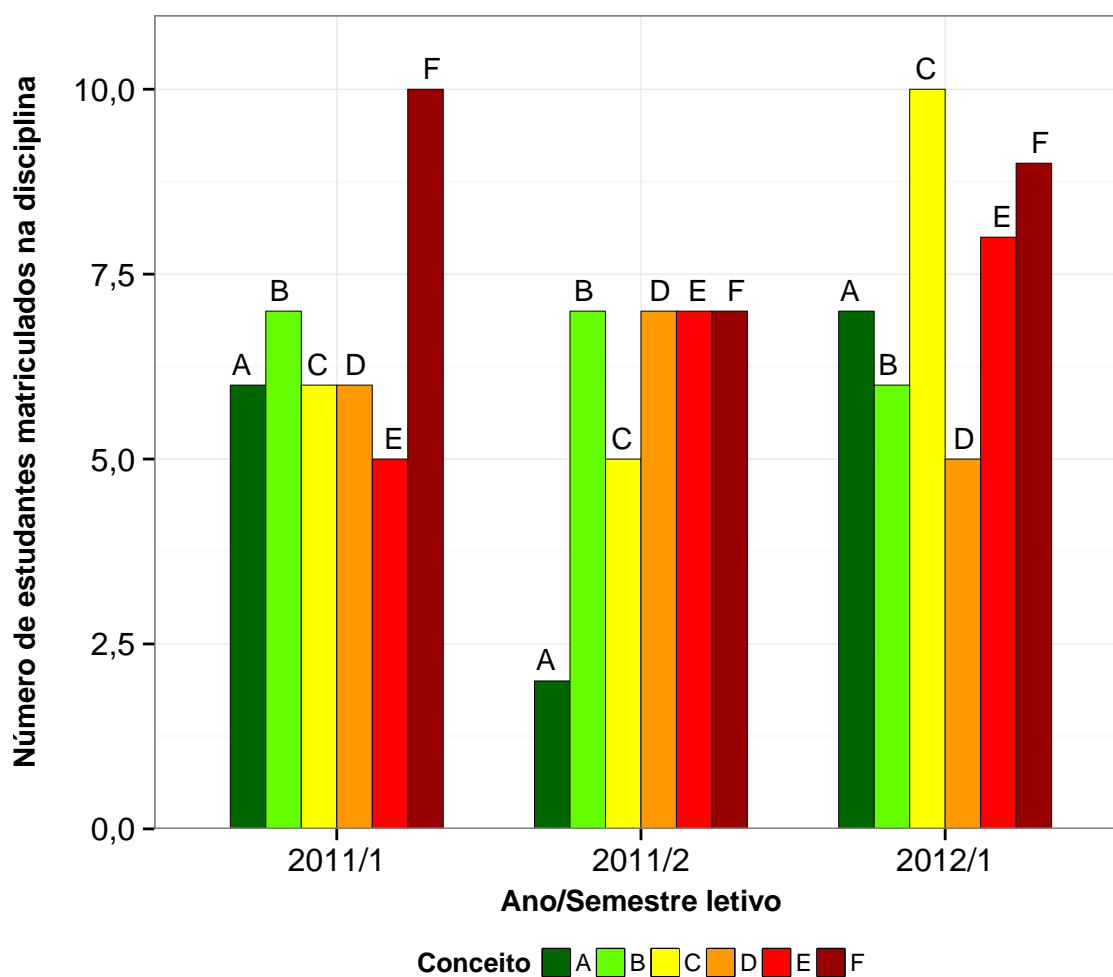


Figura 3: Exemplo de gráfico de barras.

## 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 estudantes na disciplina e o percentual de estudantes reprovados.

A técnica utilizada para realizar o agrupamento foi a rede de Kohonen (ver [3]). Esse método pode ser visto como uma versão espacialmente orientada do método k-médias (ver maiores informações sobre o k-médias em [4]). 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 [5].

### 3 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS DISCIPLINAS

Esta seção apresenta o desempenho dos discentes de graduação em Engenharia Química nas principais disciplinas cursadas por eles. A análise abrange todas as disciplinas que, na soma de um período de 10 anos (2005/1 a 2015/2), tiveram pelo menos 50 estudantes do curso de Engenharia Química matriculados<sup>2</sup>. Esta seção procura responder perguntas como:

1. Quais disciplinas podem ser consideradas fáceis, médias e difíceis para os estudantes do curso de Engenharia Química?
2. No período de 2005/1 a 2015/2 qual o conceito ("A", "B", "C", "D", "E" ou "F") obtido pelos estudantes do curso de Engenharia Química nas disciplinas consideradas difíceis em cada semestre?
3. Qual o número de aprovações, reprovações e trancamentos nas principais disciplinas do curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 por semestre?

---

<sup>2</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 estudantes do curso de Engenharia Química agrupadas pelo grau de dificuldade<sup>3</sup>; o agrupamento foi realizado utilizando a rede de Kohonen (ver Seção 2.2). Para criar o agrupamento, considerou-se a nota<sup>4</sup> obtida na primeira vez em que o discente cursou a disciplina. 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>3</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 estudantes 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>4</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.

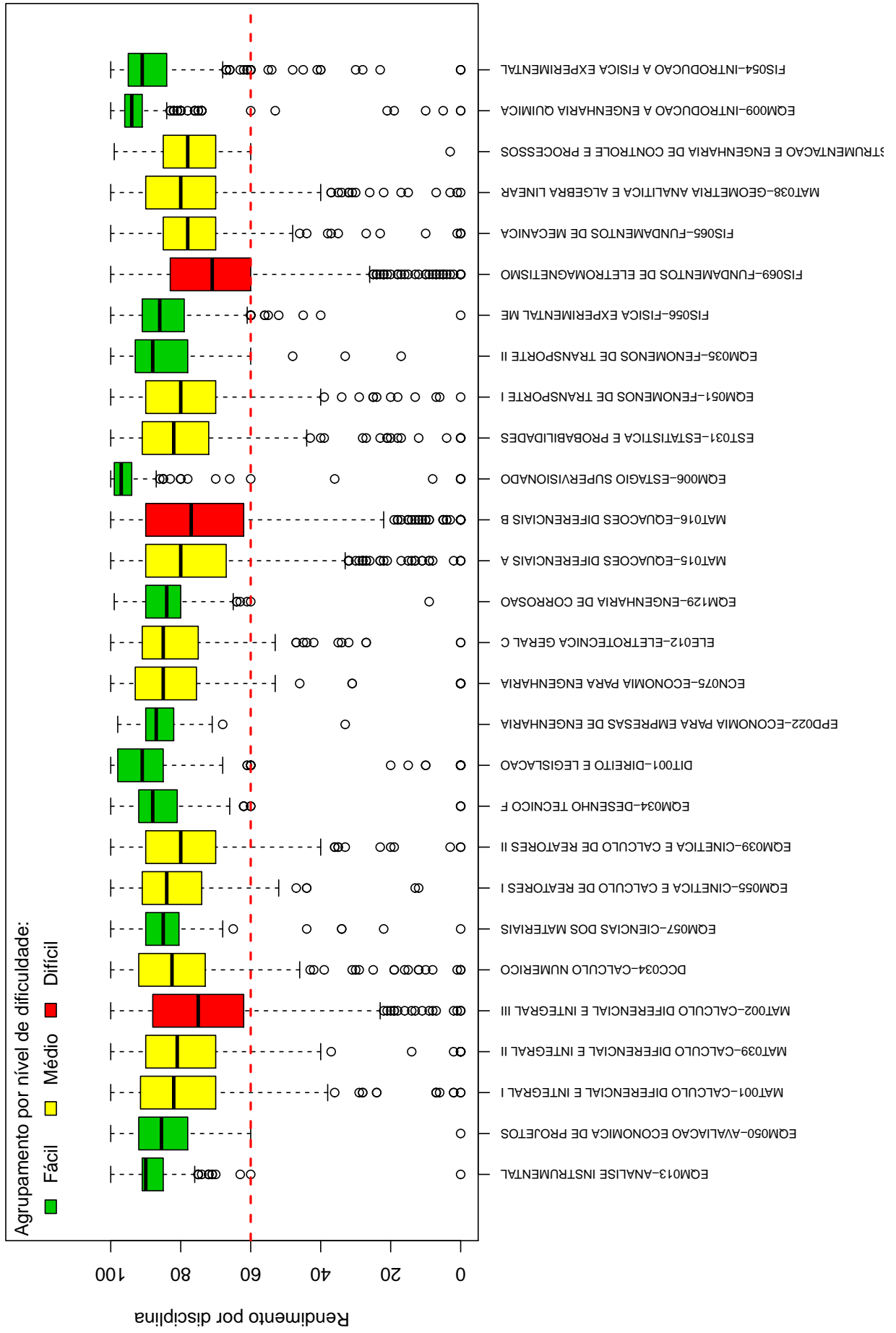
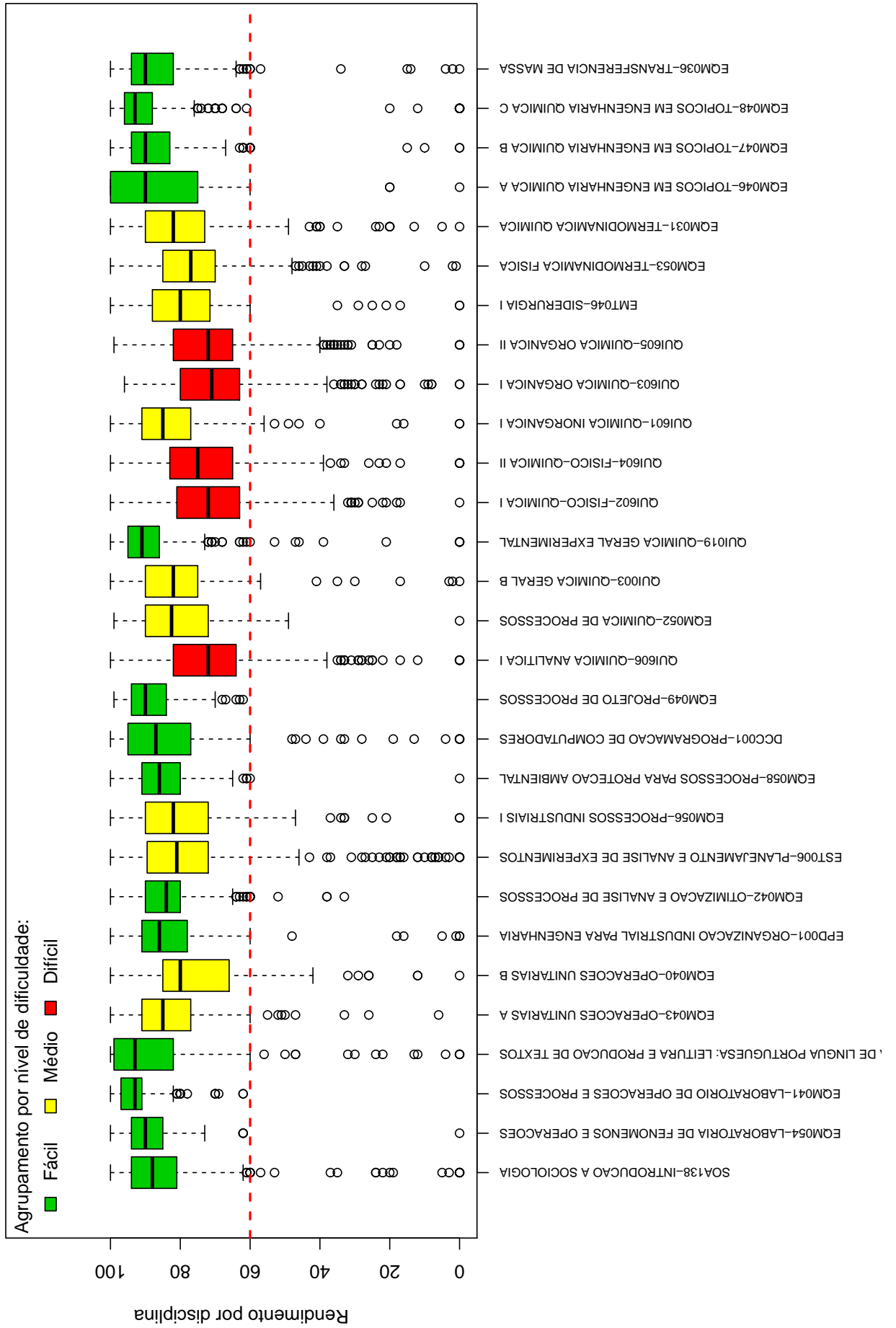


Figura 4: Rendimento dos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 - disciplinas agrupadas por dificuldade.





**Tabela 1: Disciplinas consideradas difíceis**

---

<b>Disciplinas Difíceis</b>
MAT002-CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III
MAT016-EQUACOES DIFERENCIAIS B
FIS069-FUNDAMENTOS DE ELETROMAGNETISMO
QUI606-QUIMICA ANALITICA I
QUI602-FISICO-QUIMICA I
QUI604-FISICO-QUIMICA II
QUI603-QUIMICA ORGANICA I
QUI605-QUIMICA ORGANICA II

---

Conforme mencionado anteriormente, a Tabela 1 lista todas as disciplinas que tiveram pelo menos 50 estudantes matriculados no período de 2005/1 a 2015/2 e foram agrupadas como difíceis pela rede de Kohonen. É possível verificar que, do total de 57 disciplinas avaliadas, 8 foram agrupadas como difíceis.

Os gráficos de barras apresentados a seguir mostram os conceitos<sup>5</sup> obtidos em cada semestre nas disciplinas listadas na Tabela 1 no período de 2005/1 a 2015/2. 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 estudantes em semestres mais avançados do curso; lembrando que essa análise abrange somente os estudantes que ingressaram no curso de Engenharia Química a partir de 2005/1. 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 por infrequência (Reprovados (I)), reprovações por rendimento (Reprovados (R)) e trancamentos<sup>6</sup> em todas as disciplinas analisadas (incluindo aquelas agrupadas como médias ou fáceis.). Nessa tabela estão destacadas na cor cinza as células nas quais há pelo menos 30 estudantes matriculados e o percentual de aprovados foi menor do que 50%.

---

<sup>5</sup>Foram apresentados os conceitos obtidos por estudantes cuja situação final na disciplina é igual a aprovado ou reprovado.

<sup>6</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).

### MAT002-CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III

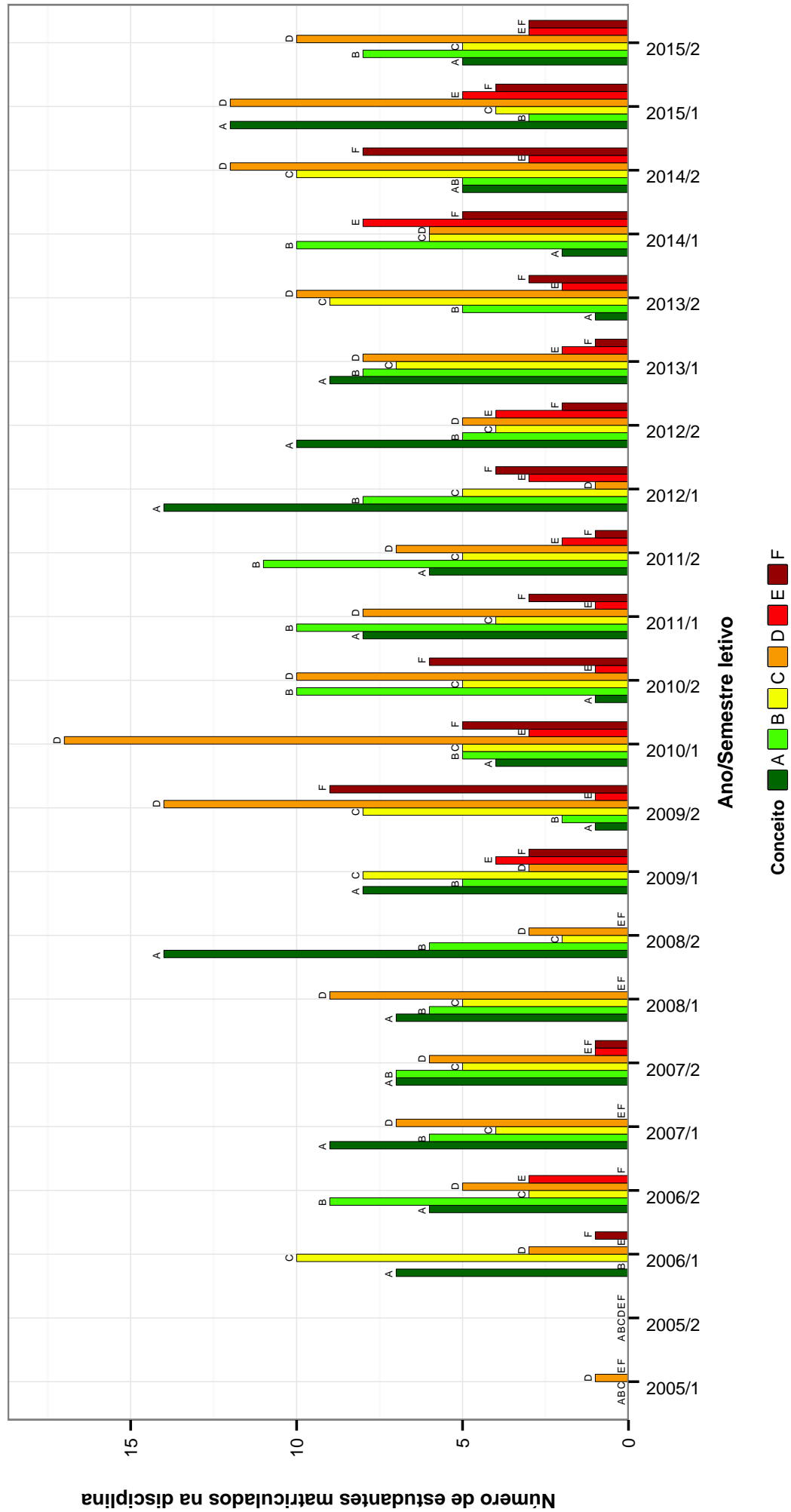


Figura 5: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina MAT002-CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III .

### MAT016-EQUACOES DIFERENCIAIS B

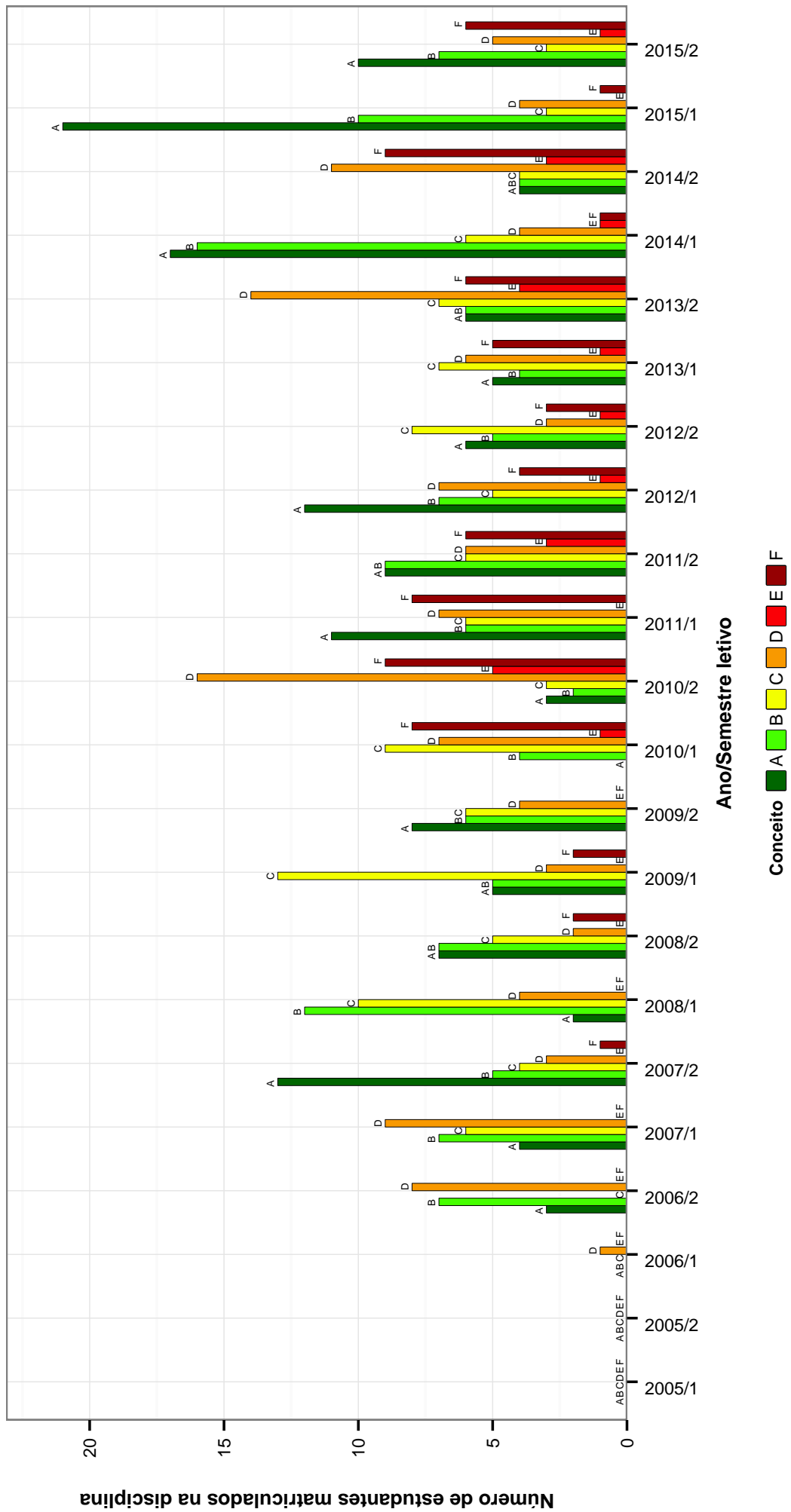


Figura 6: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina MAT016-EQUACOES DIFERENCIAIS B .

## FIS069--FUNDAMENTOS DE ELETROMAGNETISMO

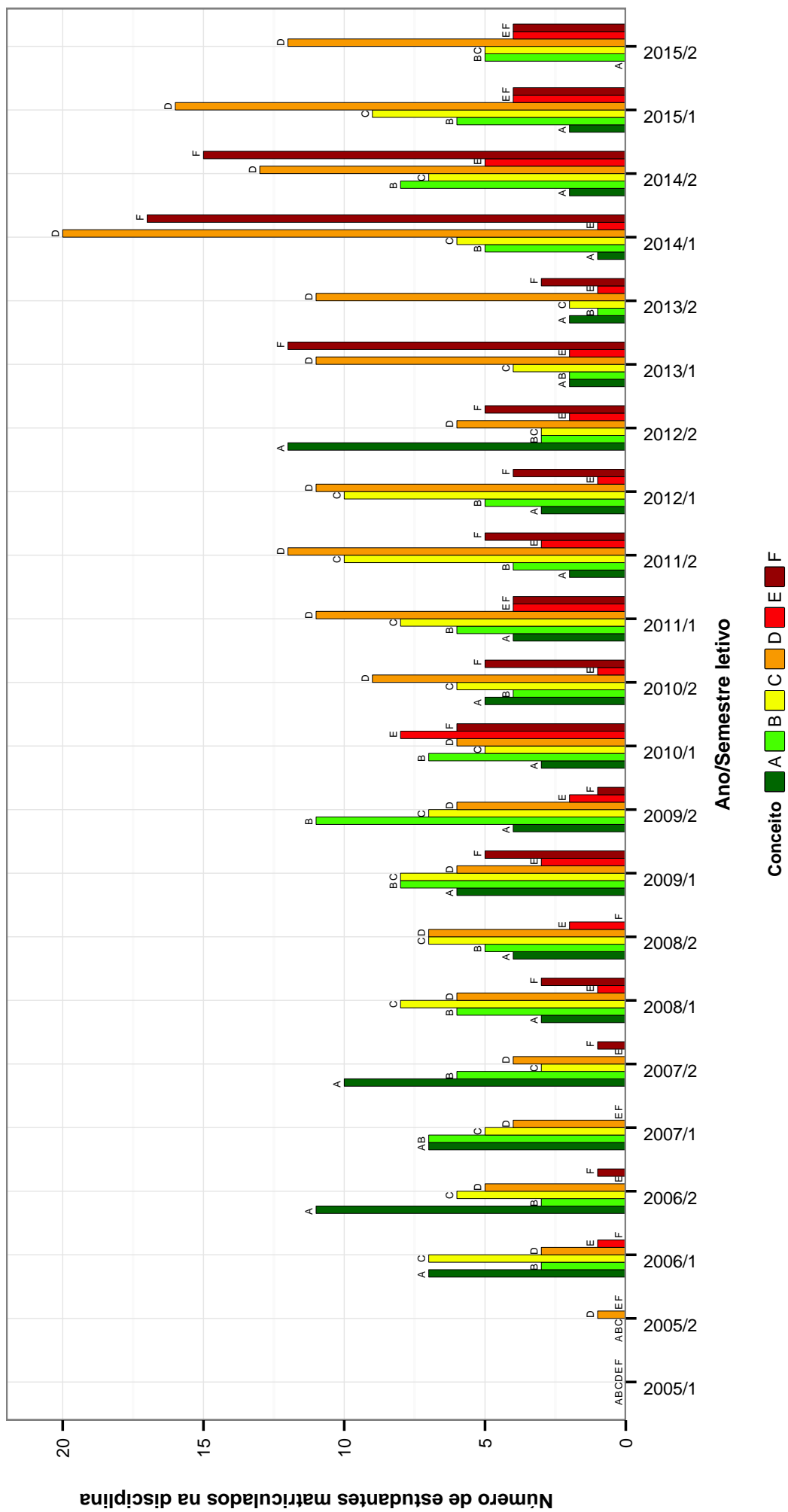


Figura 7: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina FIS069-FUNDAMENTOS DE ELETROMAGNETISMO .

### QUI606--QUIMICA ANALITICA I

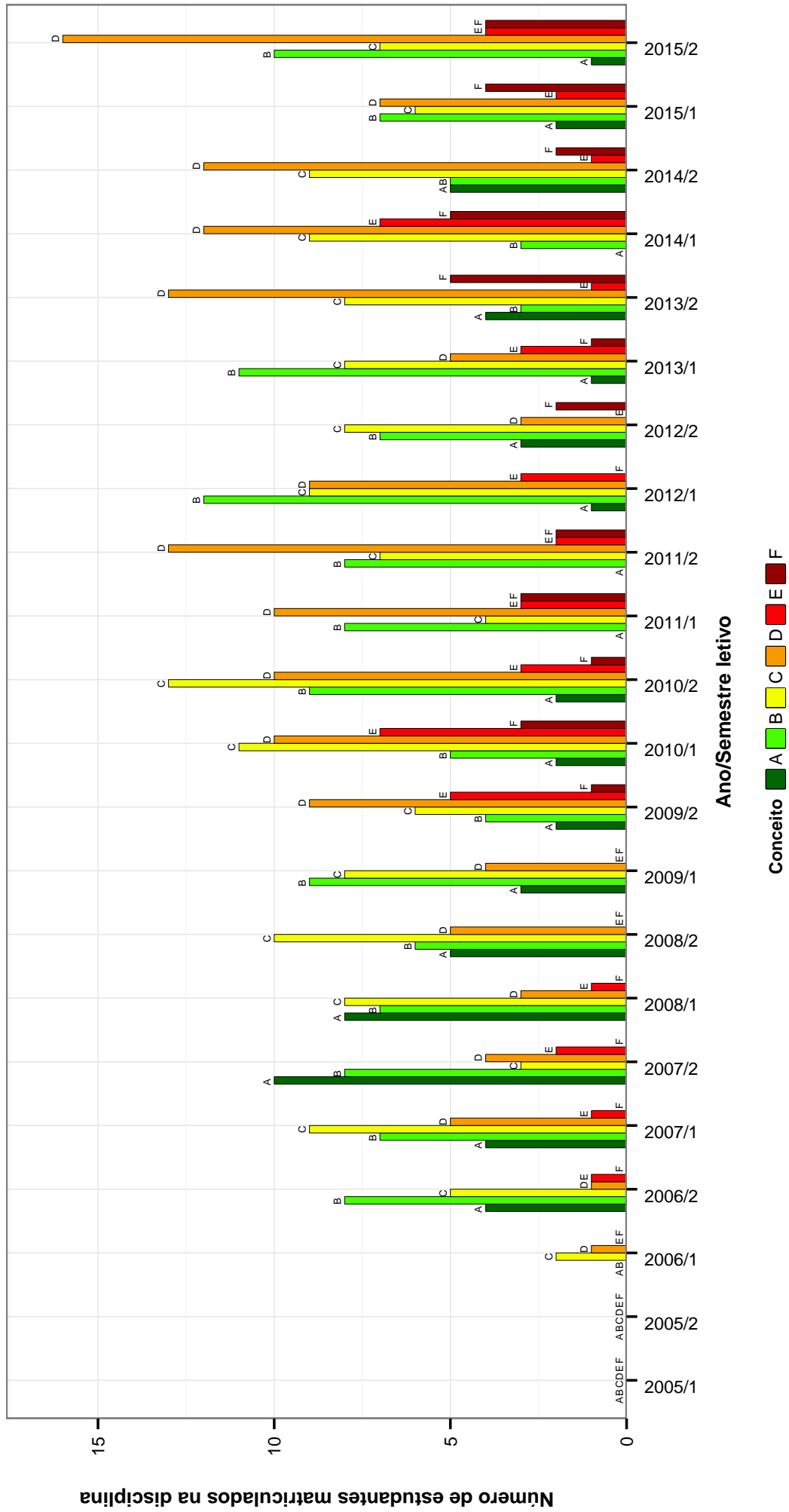


Figura 8: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI606-QUIMICA ANALITICA I.

## QUI602-FISICO-QUIMICA I

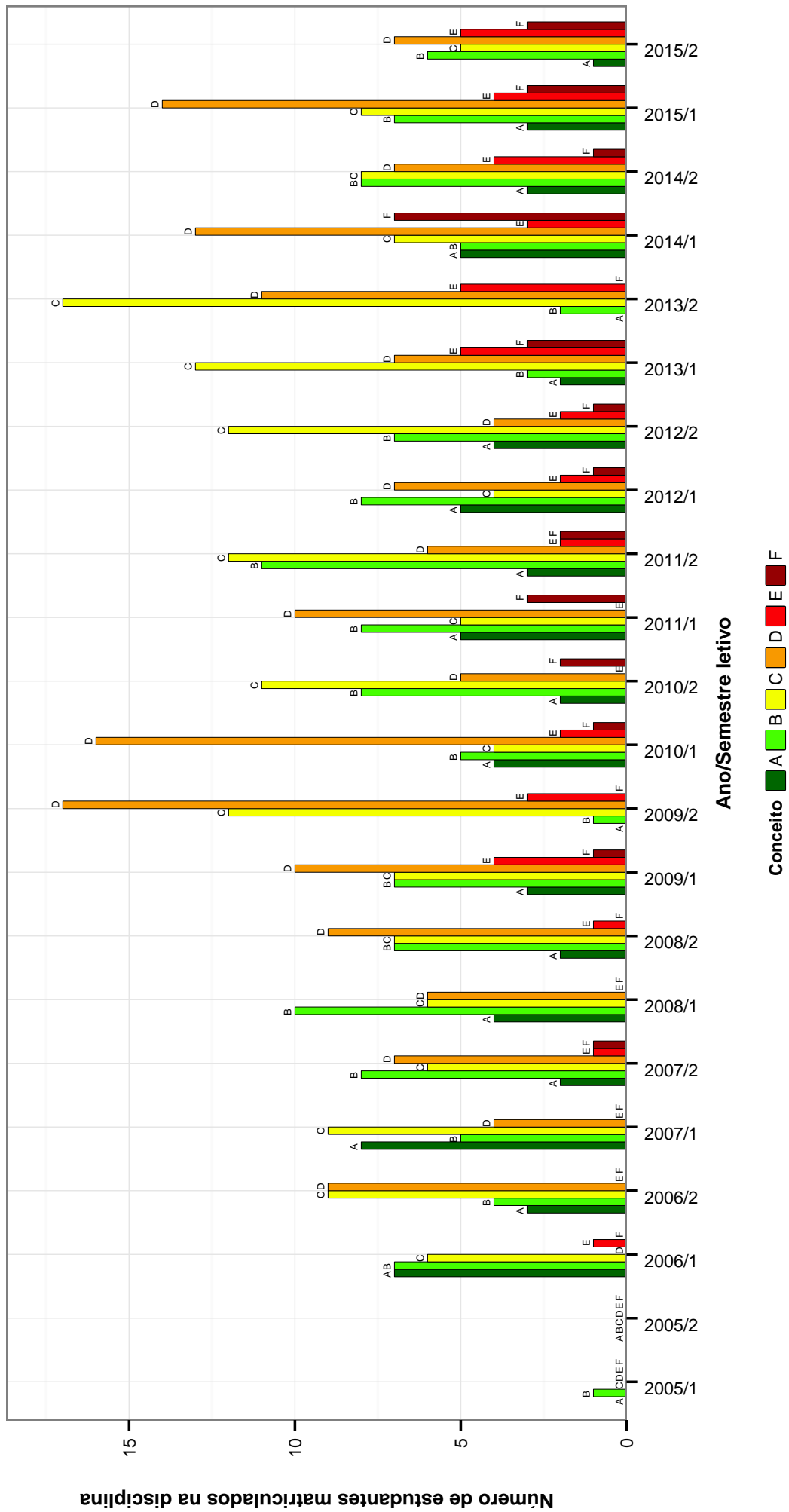


Figura 9: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI602-FISICO-QUIMICA I.

## QUI604–FISICO–QUIMICA II

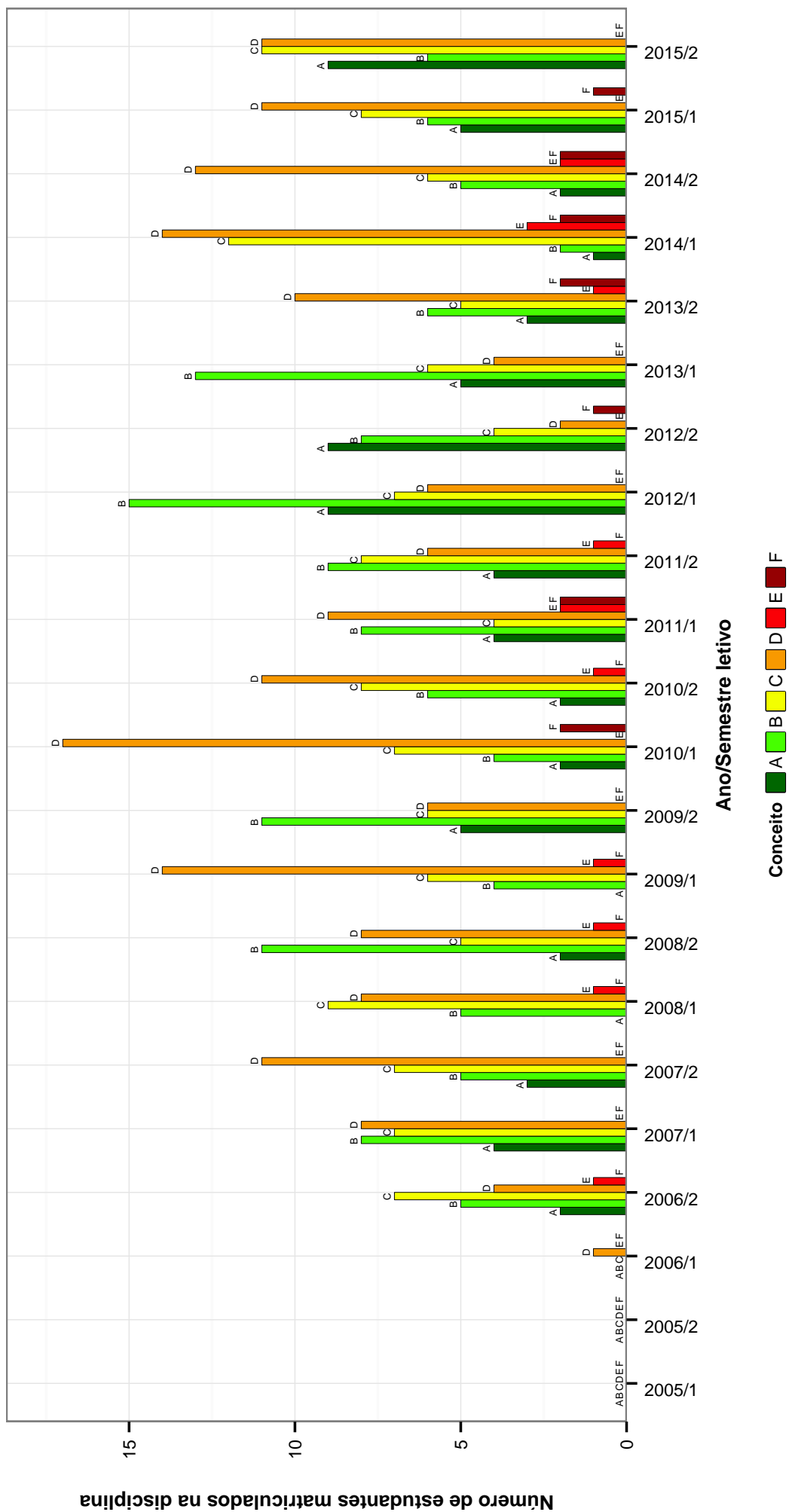


Figura 10: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI604-FISICO-QUIMICA II .

## QUI603 –QUIMICA ORGANICA I

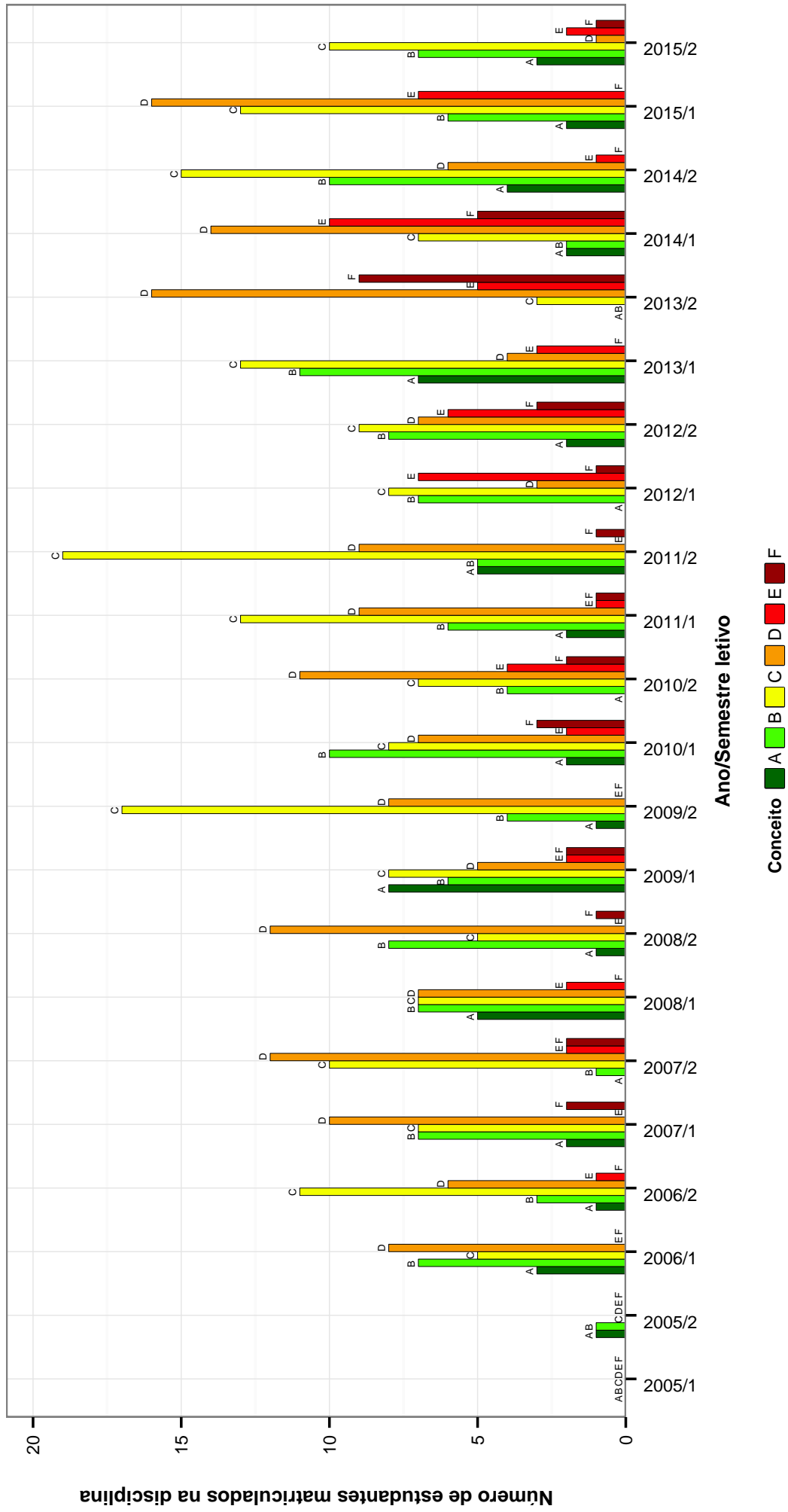


Figura 11: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI603-QUIMICA ORGANICA I.



## QUI605-QUIMICA ORGANICA II

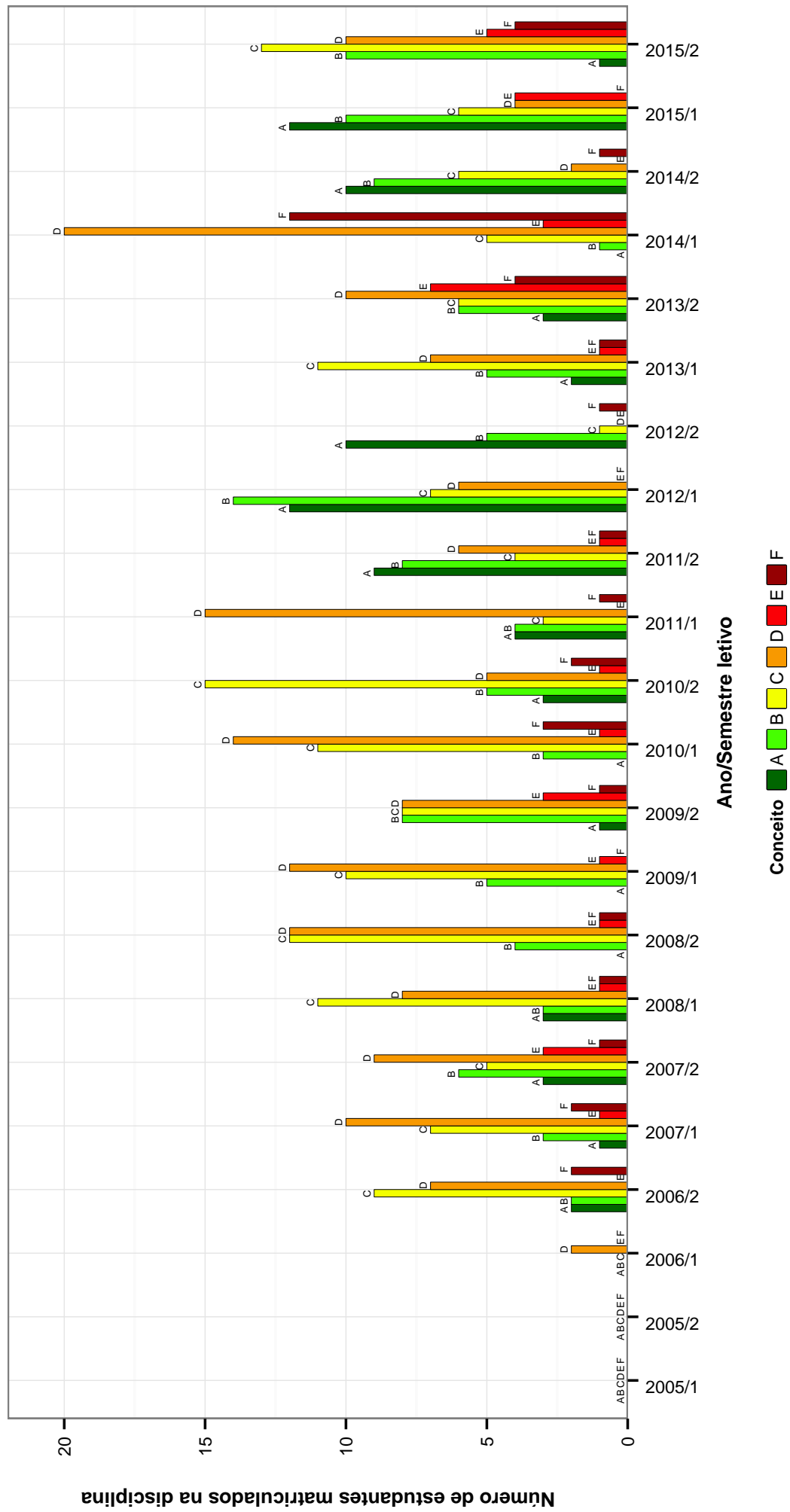


Figura 12: Conceitos obtidos pelos estudantes matriculados no curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 na disciplina QUI605-QUIMICA ORGANICA II .



Tabela 2 : Continuação

DISCIPLINAS	SITUAÇÃO	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		TOTAL	
		Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
EPD022- ECONOMIA PARA EMPRESAS DE ENGENHARIA	Reprovados (I)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Reprovados (R)	0	0%	0	0%	0	0%	2	5%	6	6,4%	6	11,5%	1	3,8%	2	3,8%	17	4,6%
	Trancamentos	3	75%	3	6,5%	1	1,8%	0	0%	5	5,3%	2	3,8%	1	3,8%	0	0%	15	4%
	Total	4	100%	46	100%	57	100%	40	100%	94	100%	52	100%	26	100%	53	100%	372	100%
APROVADOS	Reprovados (I)	55	94,8%	48	96%	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	103	95,4%
	Reprovados (R)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Trancamentos	0	0%	1	2%	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0,9%
	Total	3	5,2%	1	2%	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	4	3,7%
ECN075- ECONOMIA PARA ENGENHARIA	Reprovados (I)	58	100%	50	100%	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	108	100%
	Reprovados (R)	0	-	0	-	52	92,9%	56	94,9%	63	91,3%	48	90,6%	48	96%	49	92,5%	316	92,9%
	Trancamentos	0	-	0	-	1	1,8%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0,3%
	Total	0	-	0	-	2	3,6%	1	1,7%	1	1,4%	3	5,7%	1	2%	4	7,5%	12	3,5%
ELE012- ELETROTECNICA GERAL C	Reprovados (I)	0	-	0	-	1	1,8%	2	3,4%	5	7,2%	2	3,8%	1	2%	0	0%	11	3,2%
	Reprovados (R)	0	-	0	-	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Trancamentos	0	-	0	-	2	3,3%	0	0%	3	4,9%	1	1,6%	0	0%	2	3,2%	8	1,7%
	Total	52	100%	49	100%	60	100%	58	100%	61	100%	64	100%	55	100%	62	100%	461	100%
EQM129- ENGENHARIA DE CORROSAO	Reprovados (I)	39	92,9%	52	96,3%	52	96,3%	52	96,3%	47	97,9%	53	98,1%	45	95,7%	39	97,5%	386	97%
	Reprovados (R)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2,5%	1	0,3%
	Trancamentos	3	7,1%	2	3,7%	2	3,7%	2	3,7%	1	2,1%	1	1,9%	2	4,3%	0	0%	0	0%
	Total	42	100%	54	100%	54	100%	59	100%	48	100%	54	100%	47	100%	40	100%	398	100%
MAT015- EQUACOES DIFERENCIAIS A	Reprovados (I)	50	96,2%	44	65,7%	57	77%	62	80,5%	54	85,7%	55	88,7%	66	94,3%	47	70,1%	435	81,8%
	Reprovados (R)	2	3,8%	17	25,4%	8	10,8%	3	3,9%	4	6,3%	6	9,7%	2	2,9%	13	19,4%	55	10,3%
	Trancamentos	0	0%	3	4,5%	4	5,4%	2	2,6%	4	6,3%	4	6,3%	2	2,9%	3	4,5%	18	3,4%
	Total	52	100%	67	100%	74	100%	77	100%	63	100%	62	100%	70	100%	67	100%	532	100%
MAT016- EQUACOES DIFERENCIAIS B	Reprovados (I)	49	96,1%	50	92,6%	44	60,3%	60	73,2%	53	77,9%	55	70,5%	66	73,3%	63	82,9%	440	76,9%
	Reprovados (R)	1	2%	2	3,7%	5	6,8%	7	8,5%	4	5,9%	7	9%	4	4,4%	4	5,3%	34	5,9%
	Trancamentos	1	2%	0	0%	18	24,7%	10	12,2%	5	7,4%	9	11,5%	10	11,1%	4	5,3%	57	10%
	Total	51	100%	54	100%	73	100%	82	100%	68	100%	78	100%	90	100%	76	100%	572	100%
EQM006-ESTAGIO SUPERVISIO- NADO	Reprovados (I)	9	100%	38	100%	47	95,9%	49	94,2%	62	93,9%	38	90,5%	21	80,8%	29	87,9%	293	93%
	Reprovados (R)	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0,3%
	Trancamentos	0	0%	0	0%	0	0%	1	1,9%	1	1,5%	1	2,4%	1	3,8%	2	6,1%	6	1,9%
	Total	9	100%	38	100%	49	100%	52	100%	66	100%	42	100%	26	100%	33	100%	315	100%
EST031- ESTATISTICA E PROBABILIDA- DES	Reprovados (I)	53	96,4%	56	93,3%	51	92,7%	56	91,8%	57	91,9%	57	93,4%	60	82,2%	58	86,6%	448	90,7%
	Reprovados (R)	1	1,8%	1	1,7%	0	0%	0	0%	1	1,6%	2	3,3%	1	1,4%	3	4,5%	11	2,2%
	Trancamentos	1	1,8%	1	1,7%	3	5,5%	2	3,3%	3	4,8%	2	3,3%	10	13,7%	2	3%	24	4,9%
	Total	55	100%	60	100%	55	100%	61	100%	62	100%	61	100%	73	100%	67	100%	494	100%
EQM051- FENOMENOS DE TRANSPORTE I	Reprovados (I)	51	100%	48	92,3%	56	83,6%	52	81,2%	63	94%	46	83,6%	43	95,6%	50	92,6%	409	89,9%
	Reprovados (R)	0	0%	1	1,9%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0,2%
	Trancamentos	0	0%	3	5,8%	8	11,9%	10	15,6%	1	1,5%	7	12,7%	2	4,4%	2	3,7%	33	7,3%
	Total	51	100%	52	100%	67	100%	64	100%	67	100%	55	100%	45	100%	54	100%	455	100%
EQM035- FENOMENOS DE TRANSPORTE II	Reprovados (I)	56	94,9%	48	98%	47	100%	59	96,7%	55	94,8%	40	93%	45	95,7%	46	97,9%	396	96,4%
	Reprovados (R)	0	0%	0	0%	0	0%	1	1,6%	1	1,7%	0	0%	0	0%	0	0%	2	0,5%
	Trancamentos	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2,1%	0	0%	1	0,2%
	Total	3	5,1%	1	2%	0	0%	1	1,6%	2	3,4%	3	7%	1	2,1%	1	2,1%	12	2,9%

continua na próxima página







Tabela 2 : Continuação

DISCIPLINAS	SITUAÇÃO	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		TOTAL			
		Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%		
	Reprovados (I)	1	1,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0,2%		
	Reprovados (R)	2	3,4%	5	9,4%	2	3,6%	2	3,4%	7	11,1%	0	0%	2	3,8%	0	0%	20	4,6%		
	Trancamentos	4	6,8%	1	1,9%	0	0%	0	0%	2	3,2%	3	6,2%	1	1,9%	0	0%	13	3%		
	Total	59	100%	53	100%	55	100%	59	100%	63	100%	48	100%	52	100%	50	100%	439	100%		
EQM046-TOPICOS EM ENGENHARIA QUIMICA A	Aprovados	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	37	88,1%	12	100%	0	-	49	90,7%		
	Reprovados (I)	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	3	7,1%	0	0%	0	-	3	5,6%		
	Reprovados (R)	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0%	0	0%	0	-	0	0%		
	Trancamentos	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	4,8%	0	0%	0	-	2	3,7%		
Total	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	42	100%	12	100%	0	-	54	100%			
EQM047-TOPICOS EM ENGENHARIA QUIMICA B	Aprovados	52	94,5%	0	-	0	-	64	77,1%	114	93,4%	53	93%	42	89,4%	16	64%	0	-	163	88,6%
	Reprovados (I)	0	0%	0	-	0	-	0	0%	0	0%	1	2,1%	0	0%	0	-	1	0,5%		
	Reprovados (R)	0	0%	0	-	0	-	0	0%	1	1,8%	1	2,1%	1	4%	0	-	3	1,6%		
	Trancamentos	3	5,5%	0	-	0	-	0	-	3	5,3%	3	6,4%	8	32%	0	-	17	9,2%		
Total	55	100%	0	-	0	-	64	77,1%	114	93,4%	57	100%	47	100%	25	100%	0	-	184	100%	
EQM048-TOPICOS EM ENGENHARIA QUIMICA C	Aprovados	19	100%	112	94,1%	64	77,1%	64	77,1%	114	93,4%	97	84,3%	48	90,6%	45	80,4%	52	82,5%	551	87,5%
	Reprovados (I)	0	0%	1	0,8%	5	6%	5	6%	3	2,5%	5	4,3%	0	0%	1	1,8%	4	6,3%	19	3%
	Reprovados (R)	0	0%	1	0,8%	1	1,2%	1	1,2%	1	0,8%	5	4,3%	0	0%	1	1,8%	2	3,2%	11	1,7%
	Trancamentos	0	0%	5	4,2%	13	15,7%	13	15,7%	4	3,3%	8	7%	5	9,4%	9	16,1%	5	7,9%	49	7,8%
Total	19	100%	119	100%	83	100%	83	100%	122	100%	115	100%	53	100%	56	100%	63	100%	630	100%	
EQM036- TRANSFERENCIA DE MASSA	Aprovados	49	96,1%	46	95,8%	49	92,5%	49	92,5%	56	96,6%	53	94,6%	50	96,2%	47	94%	34	87,2%	384	94,3%
	Reprovados (I)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	4	10,3%	5	1,2%
	Reprovados (R)	0	0%	0	0%	1	1,9%	1	1,9%	1	1,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	0,5%
	Trancamentos	2	3,9%	2	4,2%	3	5,7%	3	5,7%	1	1,7%	3	5,4%	2	3,8%	2	4%	1	2,6%	16	3,9%
Total	51	100%	48	100%	53	100%	53	100%	58	100%	56	100%	52	100%	50	100%	39	100%	407	100%	
TOTAL	Aprovados	2200	95,9%	2642	93,4%	2716	90,1%	2994	91,7%	3012	91,4%	2767	90,9%	2602	87,6%	2659	89,3%	21592	91,1%		
	Reprovados (I)	17	0,7%	23	0,8%	43	1,4%	64	2%	33	1%	35	1,1%	75	2,5%	57	1,9%	347	1,5%		
	Reprovados (R)	26	1,1%	95	3,4%	153	5,1%	114	3,5%	120	3,6%	152	5%	192	6,5%	166	5,6%	1018	4,3%		
	Trancamentos	51	2,2%	68	2,4%	103	3,4%	92	2,8%	132	4%	91	3%	103	3,5%	96	3,2%	736	3,1%		
Total	2294	100%	2828	100%	3015	100%	3264	100%	3297	100%	3045	100%	2972	100%	2978	100%	23693	100%			

## 4 ANÁLISE DA EVASÃO DOS DISCENTES

Esta seção avalia a situação dos estudantes no curso de Engenharia Química e busca entender como ocorre a evasão<sup>7</sup> nesse curso e quais fatores podem ser utilizados para sinalizar a evasão. Esta seção procura responder perguntas como:

1. Qual a situação do estudante no curso de acordo com a forma de ingresso?
2. Qual o número de semestres cursados pela maior parte dos estudantes 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 2005 e qual a taxa de evasão das turmas que ingressaram recentemente?
4. Qual o rendimento semestral global médio dos estudantes que concluíram o curso (quando há concluintes no curso) e dos estudantes que evadiram?
5. Quais as principais disciplinas que chegam a ser cursadas pelos estudantes que evadiram?
6. Dado que um estudante foi reprovado em determinada disciplina, qual a chance de evasão?
7. Entre os estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química e ingressaram novamente na UFMG, quais os cursos escolhidos por esses estudantes?

---

<sup>7</sup>Considera-se como evasão qualquer desvinculação do curso de Engenharia Química que não seja por motivo de conclusão do curso, ainda que o estudante se mantenha vinculado à UFMG em outro curso ou em outra subdivisão.



Considerando o curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 foram encontrados 661 registros de ingresso, sendo 660 alunos distintos<sup>8</sup>, ou seja, há 1 aluno que reingressou no curso de Engenharia Química neste período.

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

Forma de Ingresso	Conclusão		Evasão		Cursando		Total	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Convênio	1	33,33%	2	66,67%	0	0%	3	0,45%
Obtenção de novo título	1	100%	0	0%	0	0%	1	0,15%
Processo seletivo	291	46,34%	42	6,69%	295	46,97%	628	95,01%
Reopção	8	50%	0	0%	8	50%	16	2,42%
Transferência comum	3	50%	0	0%	3	50%	6	0,91%
Transferência especial	1	14,29%	4	57,14%	2	28,57%	7	1,06%
Total	305	46,14%	48	7,26%	308	46,6%	661	100%

A Tabela 3 mostra a situação<sup>9</sup> do discente no curso de acordo com a forma de ingresso. Do total de 661 registros de ingresso, pode-se observar que 7,26% evadiram do curso, 46,6% ainda estão matriculados e 46,14% se graduaram. Nota-se também que do total de 661 registros de ingresso, 95,01% foram por Processo Seletivo.

A Tabela 4 mostra a situação do estudante no curso de Engenharia Química por ano<sup>10</sup> de entrada e de acordo com a forma de ingresso no curso. Nota-se que no ano de 2014 ingressaram 60 estudantes através de Processo Seletivo, sendo que 2 deles evadiram até o final do ano de 2015/2.

<sup>8</sup>Em alguns cursos há casos de alunos que ingressam mais de uma vez em decorrência, por exemplo, de jubramento e retorno posterior ao curso através de novo vestibular.

<sup>9</sup>Em alguns cursos, devido à mudança de subdivisão, pode ocorrer casos de estudantes que concluíram o curso tendo cursado zero semestres.

<sup>10</sup>Se o ingresso no curso de Engenharia Química 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 estudantes por forma de ingresso e de acordo com o ano de entrada no curso de Engenharia Química

Forma de ingresso	Situação	Ano de ingresso no curso											Total			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015				
Convênio	Conclusão	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Evasão	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
	Cursando	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3
Obtenção de novo título	Conclusão	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Evasão	0	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	0
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Processo seletivo	Conclusão	45	48	48	56	45	37	11	1	0	0	0	0	0	0	291
	Evasão	5	2	2	3	11	5	5	4	1	2	2	2	2	2	42
	Cursando	0	0	0	1	3	18	44	54	59	58	58	58	58	58	295
	Total	50	50	50	60	59	60	60	60	59	60	60	60	60	60	628
Reopção	Conclusão	0	0	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
	Evasão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cursando	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	8
	Total	0	0	5	0	0	2	2	0	7	0	0	0	0	0	16
Transferência comum	Conclusão	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3
	Evasão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cursando	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3
	Total	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	6
Transferência especial	Conclusão	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Evasão	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	Cursando	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
	Total	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	7
<b>Total</b>		52	51	55	60	60	63	66	62	70	61	61	61	61	661	

A Tabela 5 e a Figura 13 mostram o número de semestres cursados até a desvinculação por estudantes que já concluíram ou evadiram do curso de Engenharia Química. É possível observar que 56,26% dos estudantes que evadiram o fizeram até o 4<sup>o</sup> período.

A Tabela 6 e a Figura 14 mostram a situação dos estudantes (conclusão, cursando ou evasão) de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia Química. É possível observar que no ano de 2014, 61 estudantes ingressaram no curso de Engenharia Química sendo que, até 2015/2, 3 (4,92%) deles evadiram do curso.

**Tabela 5: Número de semestres cursados pelos discentes que evadiram ou concluíram o curso no período de 2005/1 a 2015/2**

Semestres Cursados	Evasão			Conclusão		
	Freq.	%	% acumulado	Freq.	%	% acumulado
1	6	12,5%	12,5%	0	0%	0%
2	5	10,42%	22,92%	0	0%	0%
3	8	16,67%	39,59%	0	0%	0%
4	8	16,67%	56,26%	0	0%	0%
5	4	8,33%	64,59%	1	0,33%	0,33%
6	5	10,42%	75,01%	4	1,31%	1,64%
7	4	8,33%	83,34%	6	1,97%	3,61%
8	4	8,33%	91,67%	6	1,97%	5,58%
9	1	2,08%	93,75%	26	8,52%	14,1%
10	0	0%	93,75%	150	49,18%	63,28%
11	0	0%	93,75%	69	22,62%	85,9%
12	0	0%	93,75%	35	11,48%	97,38%
13	1	2,08%	95,83%	5	1,64%	99,02%
14	1	2,08%	97,91%	0	0%	99,02%
15	1	2,08%	99,99%	2	0,66%	99,68%
16	0	0%	99,99%	1	0,33%	100,01%
<b>Total</b>	48	-	99,99%	305	-	100,01%

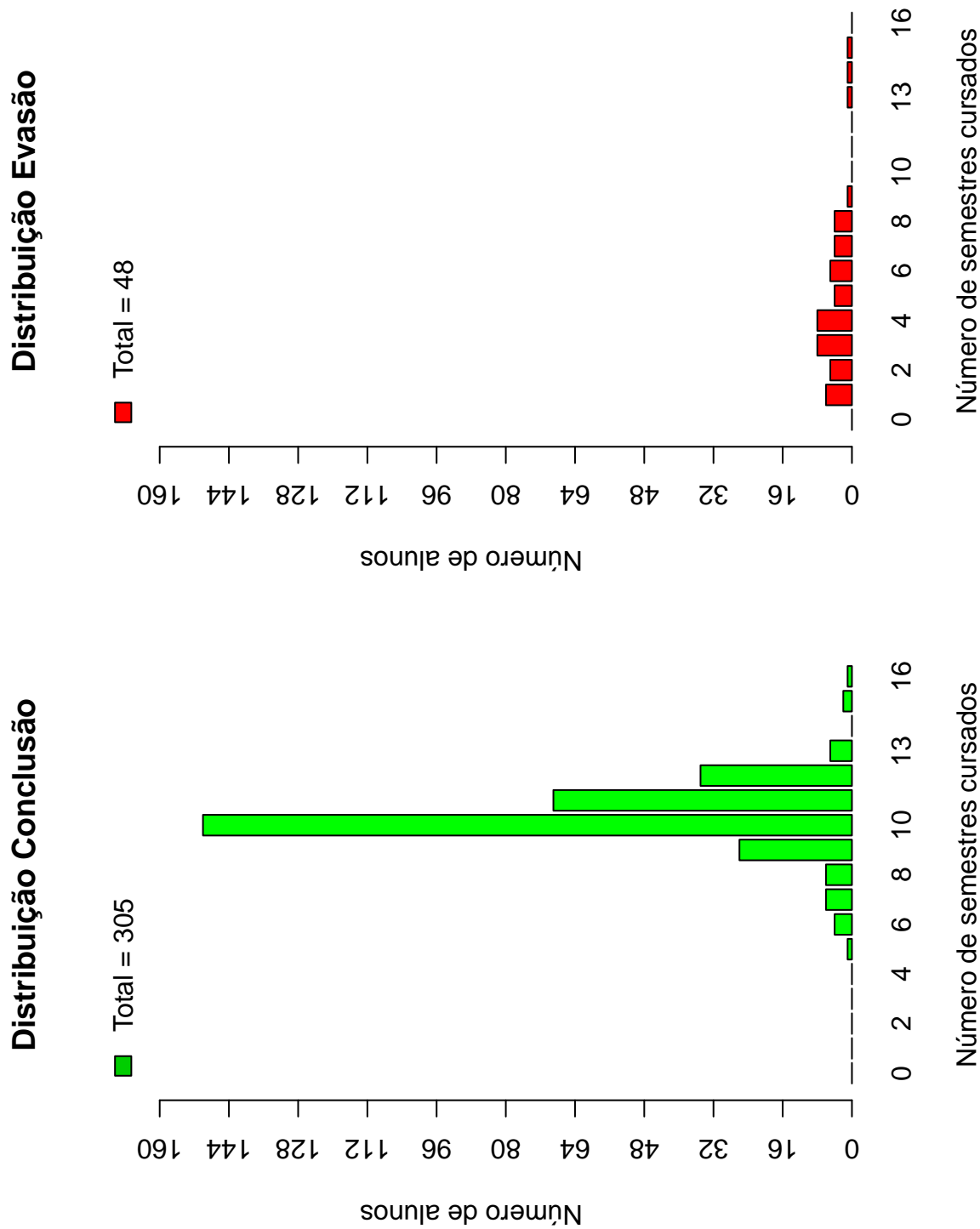


Figura 13: Número de semestres cursados de acordo com a Situação do estudante no curso de Engenharia Química.

Tabela 6: Situação do estudante na UFMG de acordo com ano de ingresso no curso de Engenharia Química

Ano de ingresso	Conclusão		Evasão		Cursando		Total	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
2005	46	88,46%	6	11,54%	0	0%	52	7,87%
2006	49	96,08%	2	3,92%	0	0%	51	7,72%
2007	53	96,36%	2	3,64%	0	0%	55	8,32%
2008	56	93,33%	3	5%	1	1,67%	60	9,08%
2009	45	75%	12	20%	3	5%	60	9,08%
2010	39	61,9%	6	9,52%	18	28,57%	63	9,53%
2011	14	21,21%	6	9,09%	46	69,7%	66	9,98%
2012	3	4,84%	4	6,45%	55	88,71%	62	9,38%
2013	0	0%	1	1,43%	69	98,57%	70	10,59%
2014	0	0%	3	4,92%	58	95,08%	61	9,23%
2015	0	0%	3	4,92%	58	95,08%	61	9,23%
Total	305	46,14%	48	7,26%	308	46,6%	661	100%

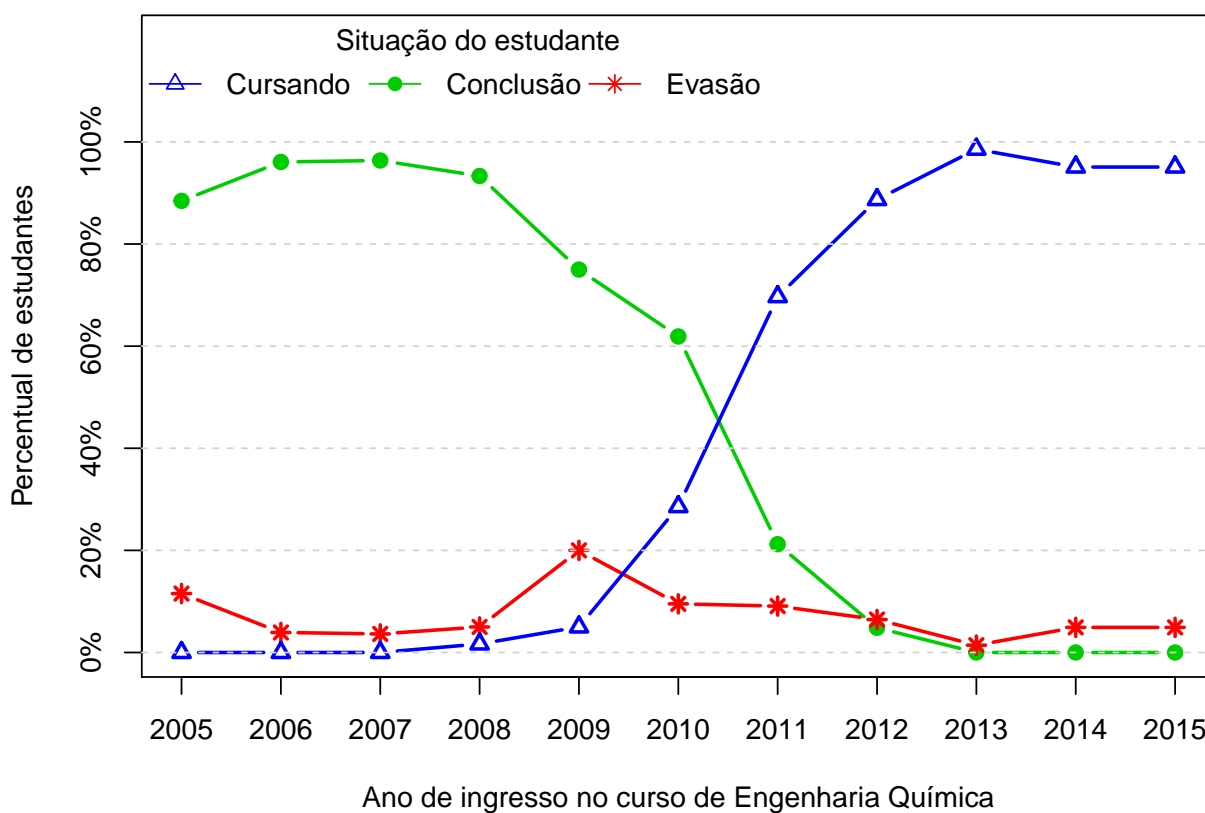


Figura 14: Situação do estudante de acordo com o ano de ingresso.

A Tabela 7<sup>11</sup> e a Figura 15 mostram o número de estudantes matriculados por semestre de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia Química. No ano de 2013, por exemplo, 70 estudantes iniciaram o curso, 70 se matricularam no 2<sup>o</sup> semestre<sup>12</sup>, 69 se matricularam no 3<sup>o</sup> semestre e 69 se matricularam no 4<sup>o</sup> semestre.

É importante ressaltar que parte da redução do número de estudantes 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>11</sup>Por uma questão de *layout* do texto, foi possível incluir na Tabela 7 o limite máximo de 16 semestres.

<sup>12</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.

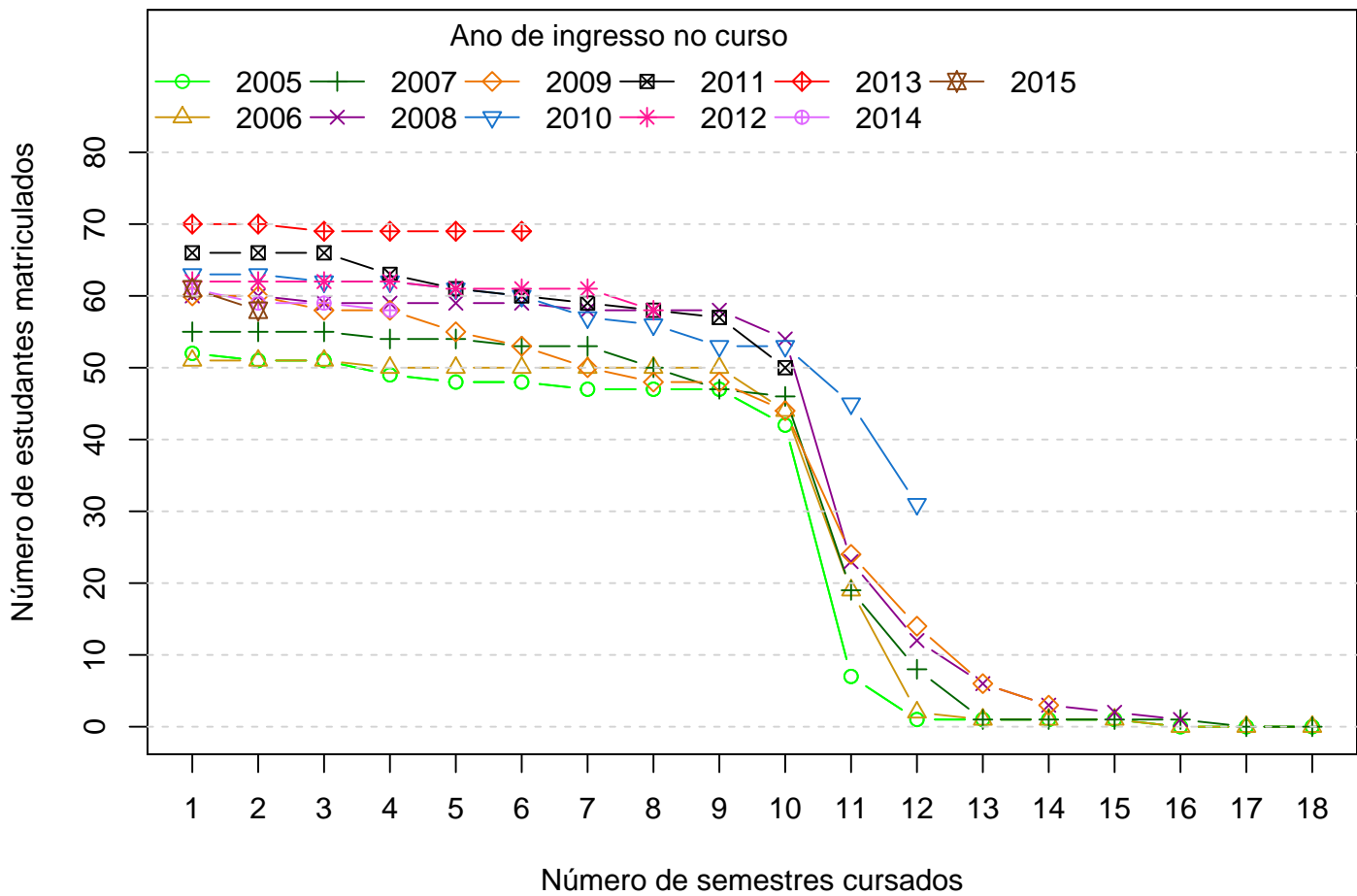
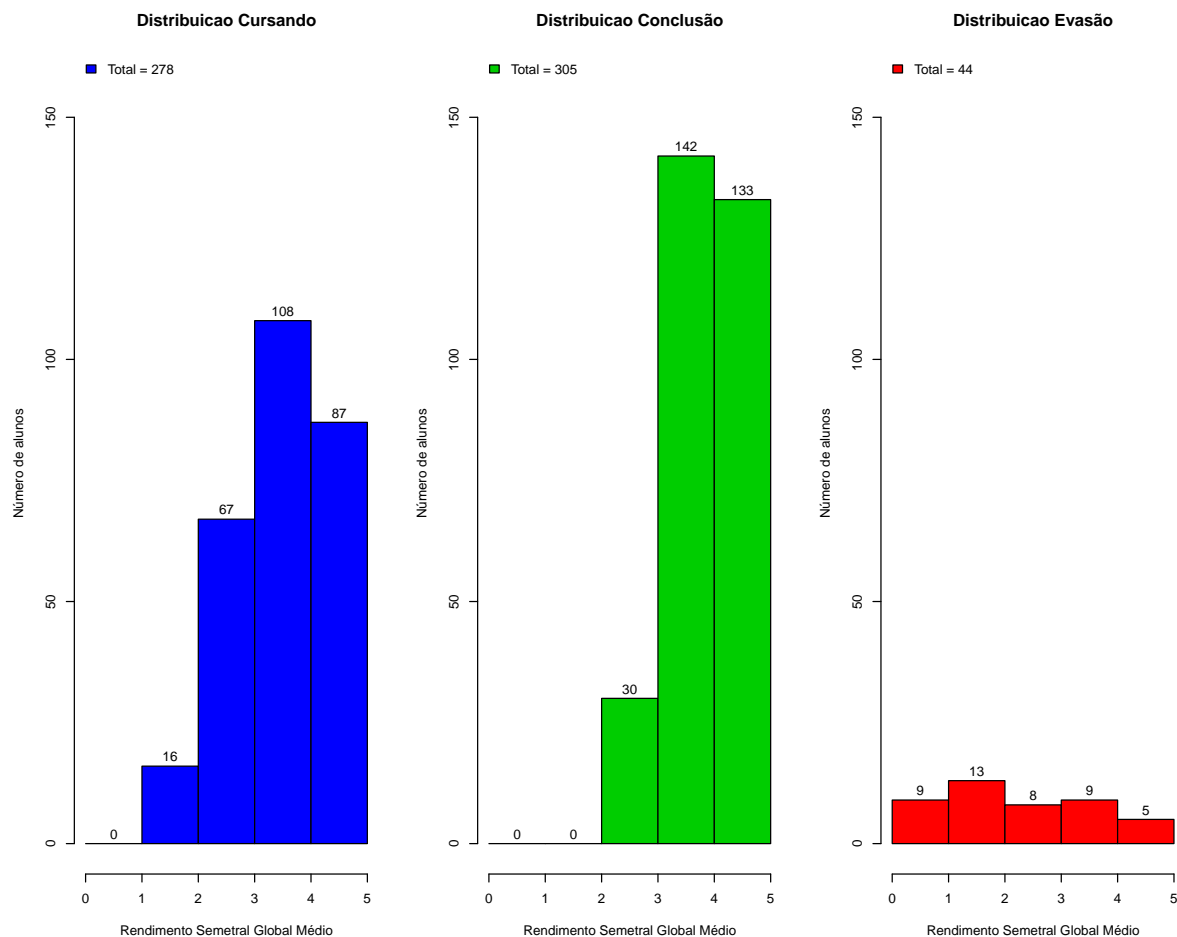


Figura 15: Número de estudantes matriculados por semestres de acordo com o ano de ingresso.

Tabela 7: Número de estudantes matriculados no início do período de acordo com o ano de ingresso no curso de Engenharia Química

Estudantes por período	Ano de Ingresso										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1 <sup>o</sup>	52	51	55	60	60	63	66	62	70	61	61
2 <sup>o</sup>	51	51	55	60	60	63	66	62	70	59	58
3 <sup>o</sup>	51	51	55	59	58	62	66	62	69	59	
4 <sup>o</sup>	49	50	54	59	58	62	63	62	69	58	
5 <sup>o</sup>	48	50	54	59	55	61	61	61	69		
6 <sup>o</sup>	48	50	53	59	53	60	60	61	69		
7 <sup>o</sup>	47	50	53	58	50	57	59	61			
8 <sup>o</sup>	47	50	50	58	48	56	58	58			
9 <sup>o</sup>	47	50	47	58	48	53	57				
10 <sup>o</sup>	42	44	46	54	44	53	50				
11 <sup>o</sup>	7	19	19	23	24	45					
12 <sup>o</sup>	1	2	8	12	14	31					
13 <sup>o</sup>	1	1	1	6	6						
14 <sup>o</sup>	1	1	1	3	3						
15 <sup>o</sup>	1	1	1	2							
16 <sup>o</sup>	0	0	1	1							

A Figura 16 mostra a distribuição do Rendimento Semestral Global Médio (RSGM)<sup>13</sup> dos alunos que estão cursando, dos alunos que concluíram e dos alunos que evadiram do curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2.



**Figura 16: Rendimento Semestral Global Médio de acordo com a Situação do aluno na UFMG.**

A Figura 17 mostra, dentre o grupo de estudantes que evadiram (48 estudantes), o percentual deles que chegaram a cursar as principais disciplinas do curso de Engenharia Química antes do desligamento. Observa-se, por exemplo, que mais de 80% dos estudantes que evadiram cursaram disciplinas como: DCC001-PROGRAMACAO DE COMPUTADORES e EQM009-INTRODUCAO A ENGENHARIA QUIMICA.

A Tabela 8 mostra a proporção de estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química dado que foram reprovados nas disciplinas cursadas por pelo menos 60%<sup>14</sup> do

<sup>13</sup>Ressalta-se que neste gráfico é possível incluir somente os estudantes que possuem RSGM, por isso, em alguns casos, o número total de estudantes pode diferir do total apresentado na Tabela 6.

<sup>14</sup>Essa restrição foi colocada uma vez que, conforme mostrado na Figura 17, em algumas disciplinas



grupo de estudantes que evadiu. O cálculo é feito dividindo-se o número total de estudantes reprovados na disciplina que evadiram do curso pelo total de estudantes reprovados na disciplina que concluíram ou evadiram do curso.

No caso da disciplina "DCC001-PROGRAMACAO DE COMPUTADORES", por exemplo, em um total de 48 estudantes que evadiram no período avaliado, 41 deles a cursaram. Para essa disciplina, dado que o estudante foi reprovado, a probabilidade de evasão foi igual a 81,82%. No caso da disciplina "EQM009-INTRODUCAO A ENGENHARIA QUIMICA", a probabilidade de evasão dado que o estudante foi reprovado foi igual a 100%, sendo que do total de 48 estudantes que evadiram, 40 deles chegaram a cursar essa disciplina.

A Figura 18 mostra o boxplot do rendimento nas disciplinas selecionadas na Tabela 8 de acordo com a situação no curso (evasão ou conclusão).

---

há um número muito pequeno de estudantes evadidos que chegaram a cursá-las, neste caso, ter chegado a cursar a disciplina já é um fator que torna menos provável a evasão.

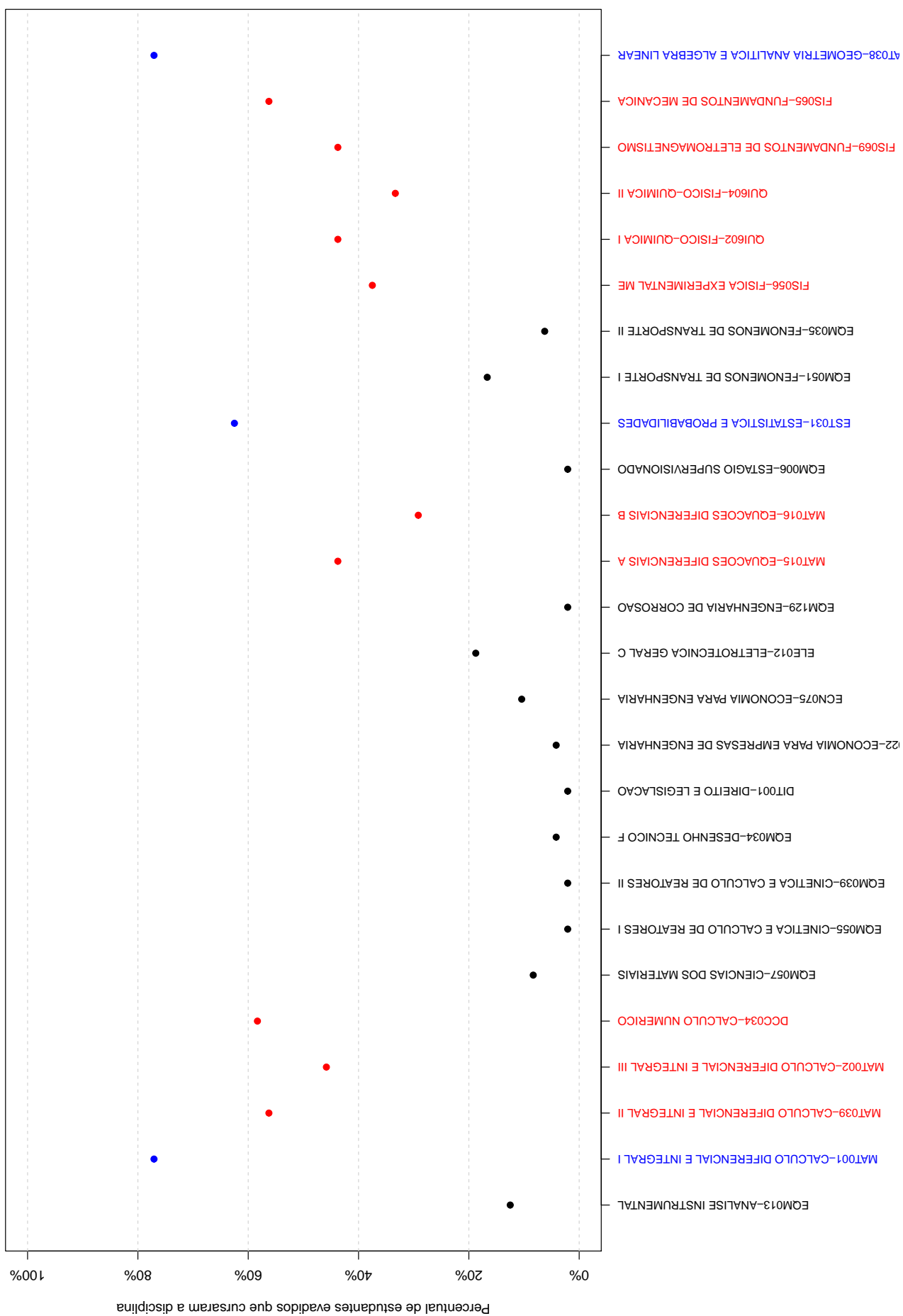
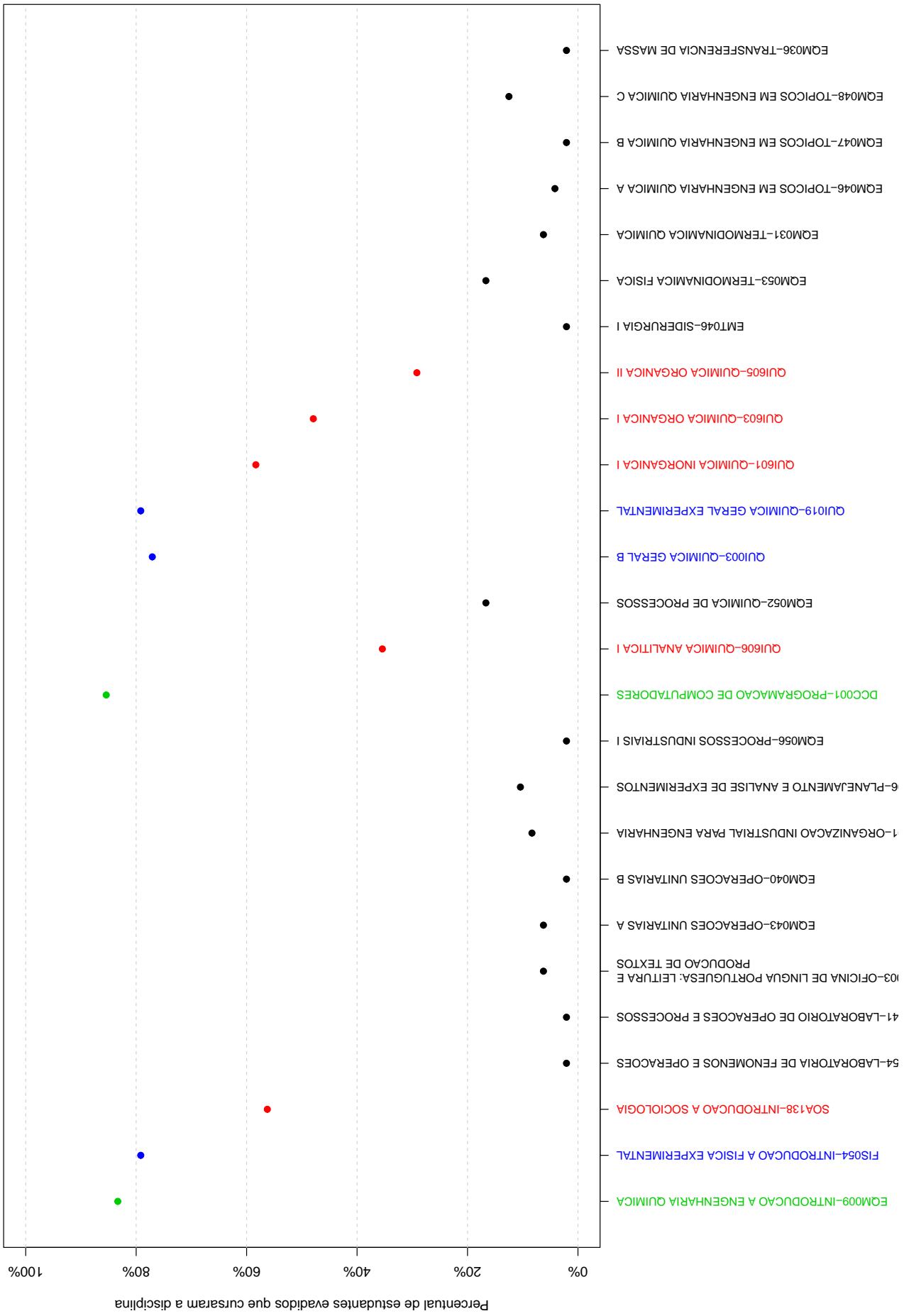


Figura 17: Principais disciplinas cursadas pelos estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química.



**Tabela 8: Dados sobre reprovação e evasão nas principais disciplinas cursadas pelos estudantes que evadiram da UFMG entre 2005/1 e 2015/2**

Disciplina cursadas por pelo menos 60% dos estudantes que evadiram do curso	Estudantes que evadiram		Total de estudantes (evadidos ou concluintes)		Probabilidade de evadir/reprovação na disciplina
	Número de estudantes que evadiram e foram reprovados na disciplina	Número de estudantes que evadiram e cursaram a disciplina	Total de estudantes reprovados na disciplina	Total de estudantes que cursaram a disciplina	
DCC001-PROGRAMACAO DE COMPUTADORES	9	41	11	316	81,82%
EQM009-INTRODUCAO A ENGENHARIA QUIMICA	4	40	4	329	100%
EST031-ESTATISTICA E PROBABILIDADES	9	30	11	313	81,82%
FIS054-INTRODUCAO A FISICA EXPERIMENTAL	8	38	8	320	100%
MAT001-CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	10	37	13	301	76,92%
MAT038-GEOMETRIA ANALITICA E ALGEBRA LINEAR	10	37	14	303	71,43%
QUI003-QUIMICA GERAL B	5	37	5	310	100%
QUI019-QUIMICA GERAL EXPERIMENTAL	5	38	6	311	83,33%

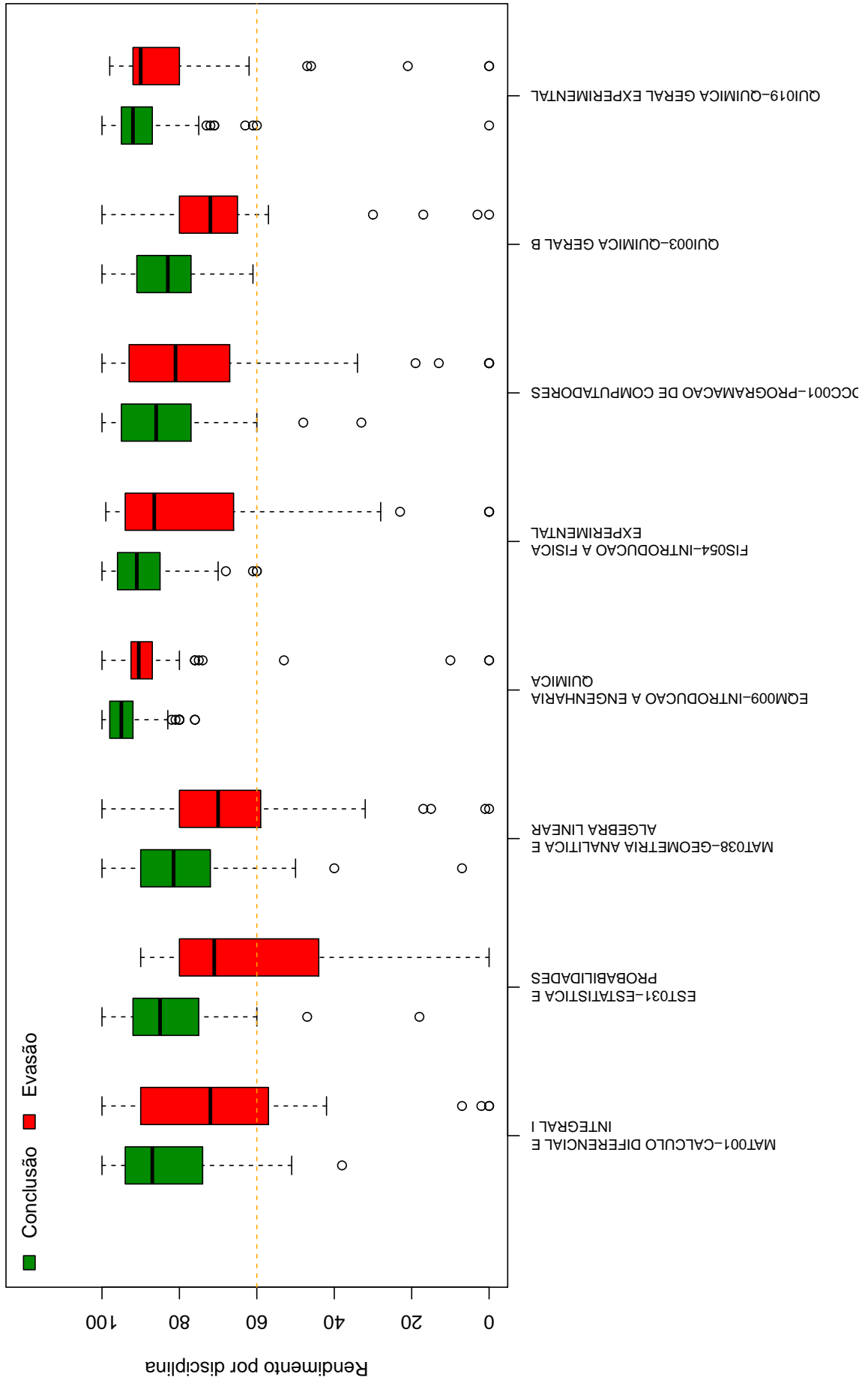


Figura 18: Rendimento por disciplina de acordo com a situação do estudante no curso de: Evasão ou Conclusão.

A Tabela 9 e a Figura 19 mostram os cursos de destino na UFMG dos estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química e retornaram para a Instituição. Verifica-se que entre os 48 estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2, 21 alunos ingressaram novamente na UFMG em outro curso através de novo processo seletivo, mudança de subdivisão, reopção, entre outras formas<sup>15</sup>.

Na Figura 19 cada aresta representa um estudante, os cursos dispostos mais próximos ao centro do círculo são os que receberam os maiores números de estudantes oriundos do curso de Engenharia Química (maior número de arestas).

**Tabela 9: Curso de Destino de parte dos alunos que evadiram no período de 2005/1 a 2015/2**

<b>Curso</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
ADMINISTRACAO NOTURNO	1	4,76%
CIENCIA DA COMPUTACAO DIURNO	1	4,76%
CIENCIAS SOCIAIS DIURNO	1	4,76%
COMUNICACAO SOCIAL DIURNO	5	23,81%
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO DIURNO	1	4,76%
ENGENHARIA DE PRODUCAO DIURNO	1	4,76%
ENGENHARIA MECANICA NOTURNO	1	4,76%
ENGENHARIA METALURGICA DIURNO	1	4,76%
MEDICINA DIURNO	8	38,1%
MEDICINA VETERINARIA DIURNO	1	4,76%
TOTAL	21	100%

<sup>15</sup>Nos casos em que o estudante ingressou em mais de um curso após a evasão de Engenharia Química, considerou-se o destino final do estudante, ou seja, o último curso em que ele teve registro na UFMG

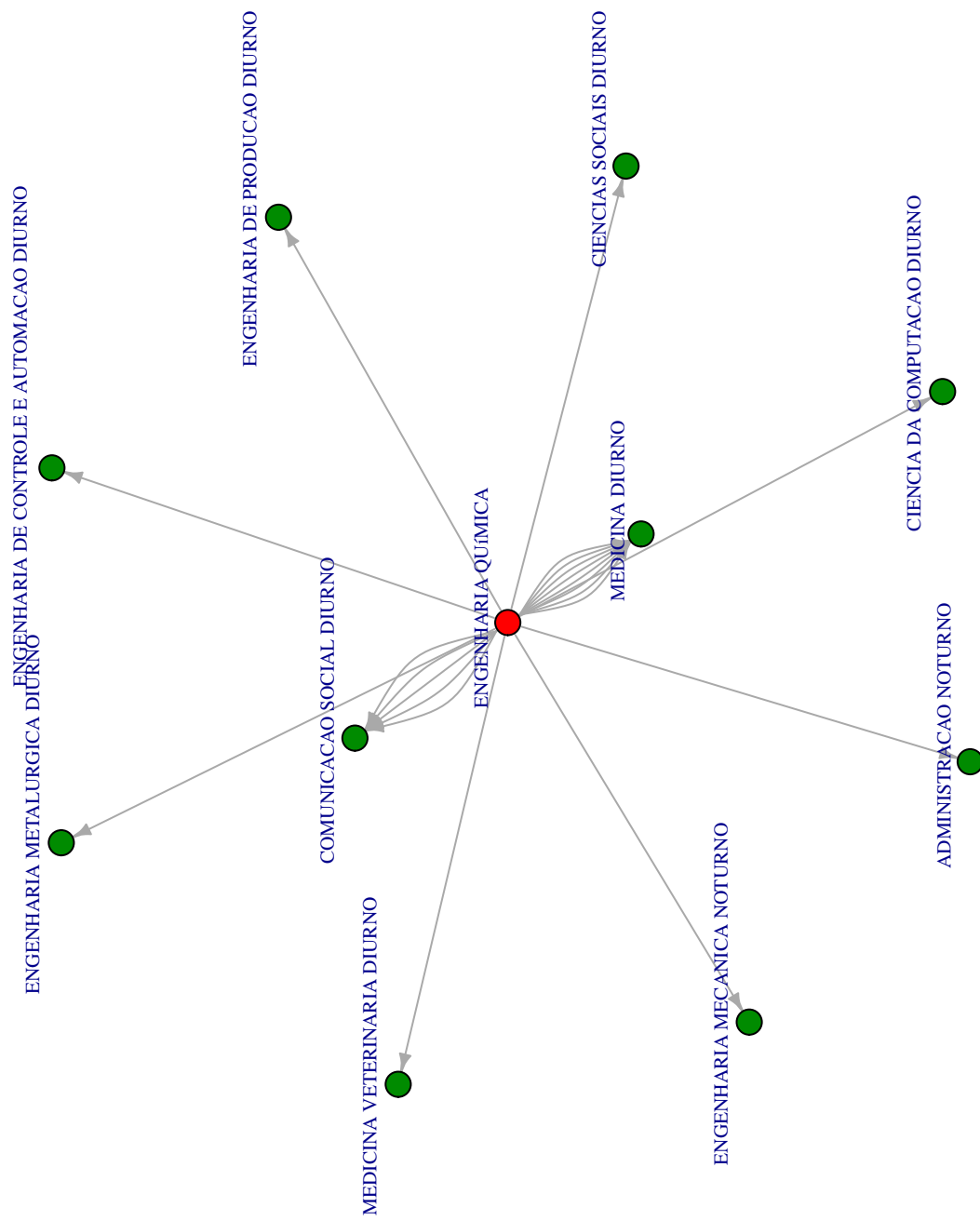


Figura 19: Cursos de destino de estudantes que evadiram do curso de Engenharia Química no período de 2005/1 a 2015/2 .

## 5 REFERÊNCIAS

- [1] MAGALHÃES, M. N, LIMA, LIMA, A. C. P., 2004. *Noções de Probabilidade e Estatística*,6 ed . Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [2] TRIOLA, M.F., 1999. *Introdução à Estatística*,7 ed . LTC, Rio de Janeiro.
- [3] KOHONEN, T., 2001. *Self-Organizing Maps*,Number 30 in Springer Series in Information Sciences, 3 ed. Springer-Verlag, Berlin.
- [4] MINGOTI, S. A.,2005 *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG, Belo Horizonte.
- [5] 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.