

Projeto – Teste e Validação de Software

Grupo 10

Daniel Da Palma Pereira 99194

Pedro Gomes 96902

Matheus Trindade 105471

Universidade de Lisboa

Class Question

I. Class scope tests related to class Question

a. Type of class modality:

Non-modal

b. Specification of Invariant:

1. “A cotação é um valor inteiro maior do que 0 e inferior ou igual a 15”
 $0 < \text{weight} \leq 15;$
 2. “Cada tópico é representado simplesmente por uma cadeia de caracteres e tem que ter pelo menos 6 caracteres.”
 $\text{topicLen} \geq 6;$
 3. “Cada questão pertence ainda a um ou mais tópicos” “Uma questão pode estar associada no máximo a 5 tópicos”
 $1 \leq \#\text{topics} \leq 5;$
 4. “Questão pode ter entre 2 e 8 opções.”
 $2 \leq \#\text{choices} \leq 8;$
 5. “Os tópicos de uma questão são distintos.”

Para qualquer topic1, topic2 pertencentes à classe Question topic1 é diferente de topic2

$\forall q \in \text{Question} \wedge \forall \text{topic1}, \text{topic2} \in q.\text{getTopics} \Rightarrow \text{topic1} \neq \text{topic2}$ (1);

6. “A questão sabe ainda qual é a escolha correta.”

`1 <= correctChoice <= #choices (2);`

1. Construction of domain matrix

pic Len		OFF							5											
	Typ	IN	8	200	9	500			8	10	11	25	13	100	130	200	300	8	900	
# topics	>= 1																			
	ON								1											
	OFF									0										
# choices	<= 5																			
	ON											5								
	OFF											6								
# choi ces	Typ	IN	2	3	4	3	2	1					4	3	2	3	2	4	3	2
	>= 2												2							
	ON																			
<=8	OFF												1							
	ON														8					
	OFF														9					
1	Typ	IN	6	7	3	5	6	6	5	4	6	3					4	3	5	6
	ON														T					
	OFF														F					
cc	Typ	IN	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
	ON																	1		
	>= 1	OFF																0		
<= #choi ces	ON																		5	
	OFF																		6	
	Typ	IN	6	7	3	5	6	6	5	4	6	3	2	1	8	9	4	3	5	
Expected results		R	A	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	A	R	A	

R - Reject; A – Accept; cc– correctChoice

2. Choice of test cases to implement

TC1(0, 8, 2, 6, T, 6) R

TC3(15, 9, 4, 3, T, 3) A

TC5(1, 6, 2, 6, T, 6) A

TC6(2, 5, 1, 6, T, 6) R

TC8(4, 10, 0, 4, T, 4) R

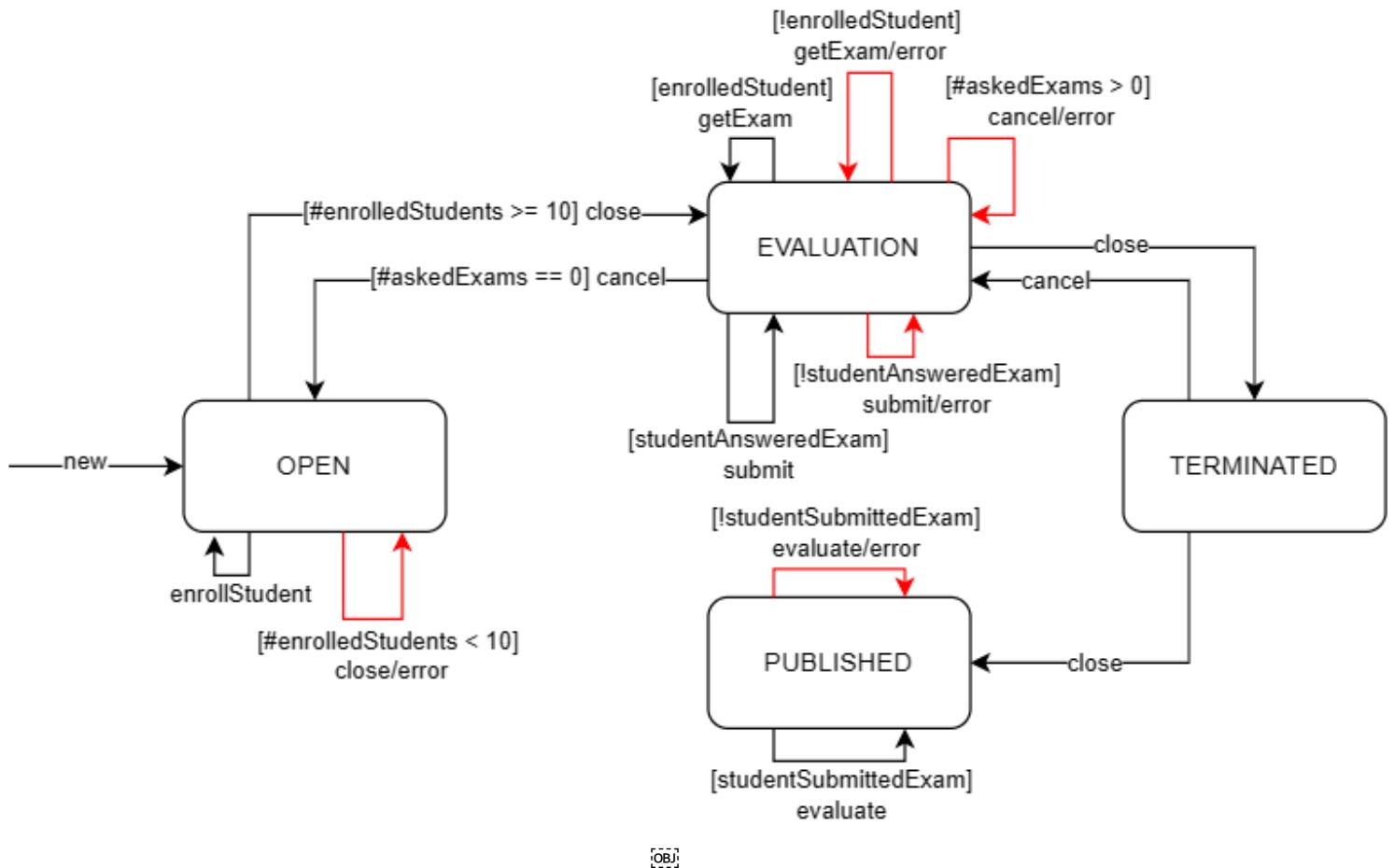
TC9(7, 11, 5, 6, T, 6) A

TC11(5, 13, 4, 2, T, 2) A

TC16(12, 8, 4, 3, F, 3) R

Class ExamManager

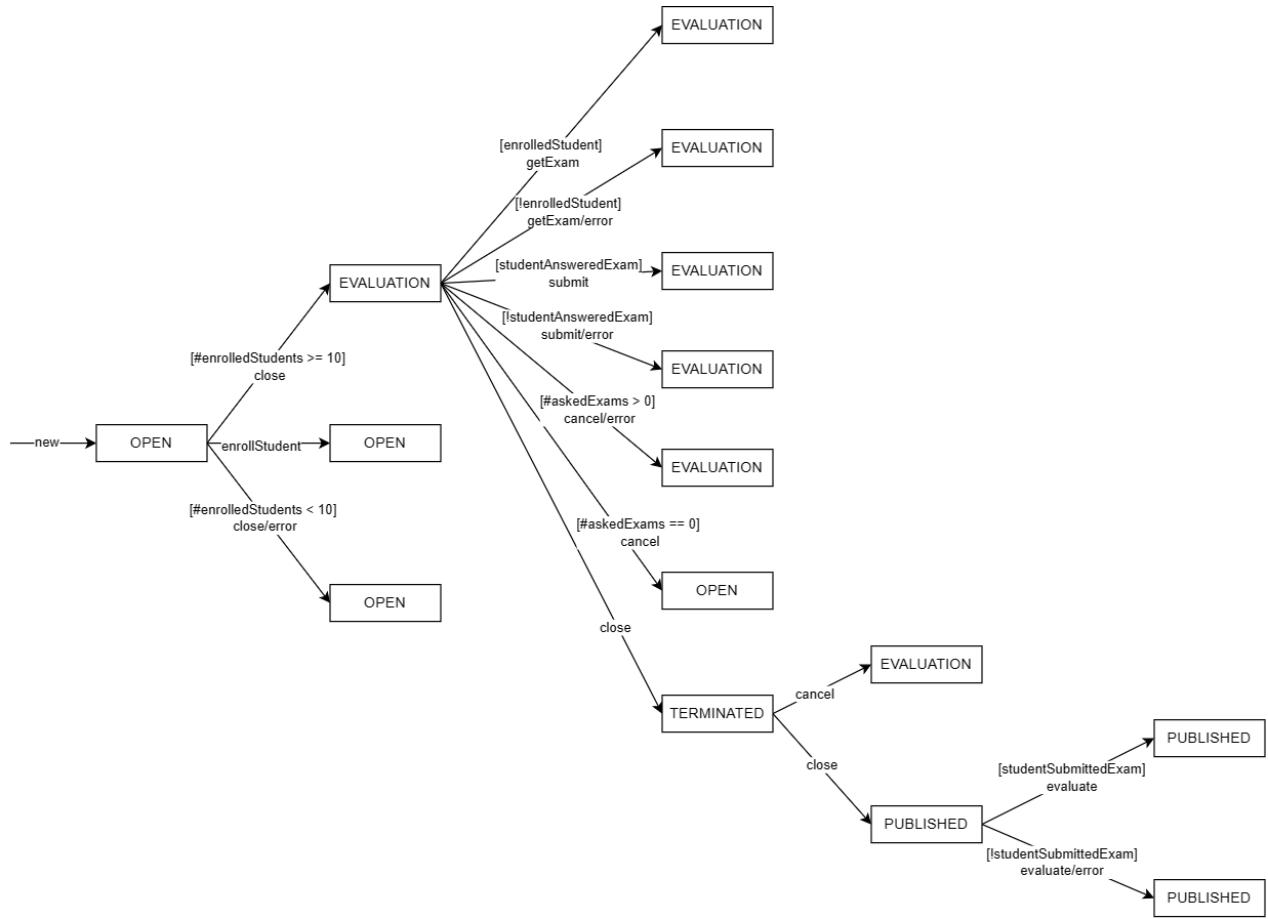
1. Generating the state model for CUT



2. Expansion of guards

State	Message	Condition	Next State
OPEN	close	[#enrolledStudents >= 10]	EVALUATION
OPEN	close/error	[#enrolledStudents < 10]	OPEN
EVALUATION	getExam	[enrolledStudent]	EVALUATION
EVALUATION	getExam/error	[!enrolledStudent]	EVALUATION
EVALUATION	submit	[studentAnsweredExam]	EVALUATION
EVALUATION	submit/error	[!studentAnsweredExam]	EVALUATION
EVALUATION	cancel	[#askedExams == 0]	OPEN
EVALUATION	cancel/error	[#askedExams > 0]	EVALUATION
PUBLISHED	evaluate	[studentSubmittedExam]	PUBLISHED
PUBLISHED	evaluate/error	[!studentSubmittedExam]	PUBLISHED

3. Generate transition tree



4. Develop test data for each path using Invariant Boundaries

close in OPEN		
condition	on point	off point
[#enrolledStudents >= 10]	10 ✓	9
[#enrolledStudents < 10]	10	9 ✓
getExam in EVALUATION		
condition	on point	off point
[enrolledStudent]	Y ✓	N
[!enrolledStudent]	Y	N ✓
submit in EVALUATION		
condition	on point	off point
[studentAnsweredExam]	Y ✓	N
[!studentAnsweredExam]	Y	N ✓

cancel in EVALUATION		
condition	on point	off point
[#askedExams == 0]	0 ✓	1
[#askedExams > 0]	0	1 ✓

5. Generate Conformance Test Suit

Run	Test Run/Event Path					Expected State	Exception
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5		
1	new					OPEN	-
2	new	enrollStudent				OPEN	-
3	new	[#enrolledStudents < 10] close/error				OPEN	✓
4	new	[#enrolledStudents >= 10] close				EVALUATION	-
5	new	[#enrolledStudents >= 10] close	[enrolledStudent] getExam			EVALUATION	-
6	new	[#enrolledStudents >= 10] close	[!enrolledStudent] getExam/error			EVALUATION	✓
7	new	[#enrolledStudents >= 10] close	[studentAnsweredExam] submit			EVALUATION	-
8	new	[#enrolledStudents >= 10] close	[!studentAnsweredExam] submit/error			EVALUATION	✓
9	new	[#enrolledStudents >= 10] close	[#askedExams > 0] cancel/error			EVALUATION	✓
10	new	[#enrolledStudents >= 10] close	[#askedExams == 0] cancel			OPEN	-
11	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close			TERMINATED	-
12	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	cancel		EVALUATION	-
13	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close		PUBLISHED	-
14	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	[studentSubmittedExam] evaluate	PUBLISHED	-
15	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	[!studentSubmittedExam] evaluate/error	PUBLISHED	✓

6. Develop Sneak Path Test Suite: Build Transition Table

Events	States			
	OPEN	EVALUATION	TERMINATED	PUBLISHED
enrollStudent	✓	PSP	PSP	PSP
cancel	PSP	?	✓	PSP
close	?	✓	✓	PSP
getExam	PSP	?	PSP	PSP
submit	PSP	?	PSP	PSP
evaluate	PSP	PSP	PSP	✓

7. 4.2

Run	Test Run/Event Path					Expected State	Exception
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5		
16	new	cancel				OPEN	✓
17	new	getExam				OPEN	✓
18	new	submit				OPEN	✓
19	new	evaluate				OPEN	✓
20	new	[#enrolledStudents >= 10] close	enrollStudent			EVALUATION	✓
21	new	[#enrolledStudents >= 10] close	evaluate			EVALUATION	✓
22	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	enrollStudent		TERMINATED	✓
23	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	getExam		TERMINATED	✓
24	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	submit		TERMINATED	✓
25	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	evaluate		TERMINATED	✓
26	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	enrollStudent	PUBLISHED	✓
27	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	cancel	PUBLISHED	✓
28	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	close	PUBLISHED	✓
29	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	getExam	PUBLISHED	✓
30	new	[#enrolledStudents >= 10] close	close	close	submit	PUBLISHED	✓

Method addQuestion

Employed Test Methodology: Category – Partition

Strategy: Test Procedure

1. Identify all functions of the MUT

- Função 1: Adiciona uma nova questão ao grupo indicado caso seja possível;
- Função 2: Gera um valor de retorno que comunica se a questão foi adicionada ou não;

2. Identify all input and output parameters of each function

- Inputs da função 1: Question q, groupId, group.questionsList.size, group.questionsList, q.topics, ModelState, model.groupIdList, group.topic, maxNumberOfQuestions.
- Outputs da função 1: group.questionsList, group.questionsList.size.
- Inputs da função 2: Question q, groupId, group.questionsList.size, group.questionsList, q.topic, ModelState, model.groupIdList, group.topic, maxNumberOfQuestions.
- Outputs da função 2: returnValue (boolean).

3. Identify categories for each input parameter

4. Partition each category into choices

Os seguintes parâmetros de entrada adicionais foram considerados relevantes com base nos requerimentos do método “addQuestion”, e portanto, abordados nesta questão:

- a) **ModelState** – Estado do modelo. A questão somente poderá ser adicionada ao grupo caso o modelo esteja aberto.
- b) **modelGroupIdList** – Lista de groupId's adicionados ao modelo. Uma questão somente poderá ser adicionada a um determinado grupo, caso seu respectivo groupId exista na lista de groupId's do modelo.
- c) **groupQuestionsList** – Lista de questões adicionadas a um grupo. Uma questão somente poderá ser adicionada a um determinado grupo, caso sua respectiva lista de questões não esteja cheia.
- d) **groupQuestionsListSize** – Tamanho da lista de questões adicionadas a um grupo. Uma questão somente poderá ser adicionada a um determinado grupo, caso seu tamanho seja menor do que **maxNumberOfQuestions**.
- e) **qTopicsList** – Lista de tópicos adicionados a uma questão. Uma questão somente poderá ser adicionada a um determinado grupo, caso sua lista de tópicos contenha a string **groupTopic**.

Elementos	Categoria	Escolhas	# Testes
q	inválido	null [Error]	1
	válido	O1	1
modelGroupIdList	empty	{}	2
	not empty	{1}, {1,...,Idx}	
groupId	inválido	ID = 0, ID \notin ModelGroupIdList	2
	válido	ID \in ModelGroupIdList	
groupQuestionsList	full	{O1, ..., OmaxNumberOfQuestion}	3
	not full	{}, {O1}, {O1, ..., Om} m = maxNumberOfQuestion-1	
groupQuestionsListSize	n \in [0, maxNumberOfQuestions-1]	0, 1, maxNumberOfQuestions-1	3
	maxNumberOfQuestions	maxNumberOfQuestions	
questionTopicsList	contains group.topic	{m}, {t1,t2, m, t4, t5} m = groupTopic	4
	doesn't contain group.topic	{t1} t1 \neq groupTopic, m \notin {t1, ..., t5} m = groupTopic	
modelState	Open	Open	1
	Closed	Closed [Error]	1
Total de Casos de Teste			50

5. Identify constraints on choices

- If (q == null) return; // marco como um error, e isto significa que somente terei um caso de teste para esta escolha.
- Os casos representados para groupQuestionsList e groupQuestionsListSize representam o mesmo cenário, e podem ser cobertos pelo mesmos testes.
- Caso o groupId seja zero, ele necessariamente não pertencerá ao ModelGroupIdList, que possui como valor mínimo de groupId 1 (caso a lista não esteja vazia), sendo o número de grupos existente no modelo no momento em que o grupo foi adicionado. Neste caso considero somente a contagem de casos que validam se o groupId não pertence ao ModelGroupIdList.
- Caso a lista de groupId's do modelo esteja vazia, necessariamente o groupId indicado não pertencerá à lista. Neste caso conta-se somente um teste para ambos os casos.
- Caso o modelo esteja fechado, nenhuma questão é adicionada e a referência null é retornada. Considera-se este caso como um caso de erro e portanto como uma única contagem de caso de teste.

- Caso não haja nenhum grupo adicionado a lista de groupId's do modelo, necessariamente a lista de questões por grupo também estará vazia, então conta-se um caso a menos no escopo de lista de questões do grupo.
- Considera-se pela especificação da classe Question que cada questão possui pelo menos um tópico. Desta forma, não se valida o caso em que o tópico do grupo não pertence à lista de tópicos de uma questão quando esta lista está vazia, pois ela nunca estará vazia.

- 6. Generate test cases by enumerating all choice combinations.**
- 7. Develop expect results for each test case using an appropriate oracle**

Casos de Teste	Inputs								Outputs			
	q	groupId	ModelGroup IDList	groupQuestions List	groupQuestions ListSize	qTopicsList	groupTopic	modelState	groupQuestions List	groupQuestions ListSize	return Value	Exception
1	Ox	2	{2}	{O1}	1	{math}	math	CLOSED	{O1}	1	FALSE	Modelo Fechado Error
2	Ox	2	{2}	{O1}	1	{math}	math	OPEN	{O1, Ox}	2	TRUE	
3	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{math}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	Grupo Cheio
4	Ox	1	{1,2,3,4}	{O1}	1	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, Ox}	2	TRUE	
5	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{math}	math	OPEN	{O1, Ox, ..., Omax}	max	TRUE	
6	Ox	2	{2}	{O1}	1	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, Ox}	2	TRUE	
7	Ox	2	{2}	{O1}	1	{geo,eng, port,sci, hist}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	group.topic € q.topic
8	Ox	5	{1,2,3,4}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	Invalid groupId
9	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	group.topic € q.topic
10	null	2	{2}	{O1}	1	{math}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	Error - null question
11	Ox	7	{1,2,3,4}	{O1}	1	{ math}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	Invalid groupId
12	Ox	1	{1,2,3,4}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, Ox, ..., Omax}	max	TRUE	
13	Ox	1	{1,2,3,4}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	group.topic € q.topic
14	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, Ox, ..., Omax}	max	TRUE	
15	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	Grupo Cheio
16	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{geo,eng, port,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	group.topic € q.topic
17	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{geo,eng, port,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	group.topic € q.topic && Grupo Cheio
18	Ox	2	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	group.topic € q.topic && Grupo Cheio
19	Ox	2	{}	{}	0	{geo,eng, math,sci, hist}	{}	OPEN	{}	0	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic
20	Ox	0	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{geo,eng, math,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	Invalid groupId
21	Ox	2	{2}	{O1}	1	{hist}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	group.topic € q.topic
22	Ox	1	{2}	{O1}	1	{math}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	Invalid groupId
23	Ox	1	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{math}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	Invalid groupId
24	Ox	1	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{math}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	Invalid groupId && Grupo Cheio Cheio
25	Ox	1	{2}	{O1}	1	{hist}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic
26	Ox	1	{2}	{O1}	1	{geo,eng, port,sci, hist}	math	OPEN	{O1}	1	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic
27	Ox	1	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{geo,eng, port,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic
28	Ox	1	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{geo,eng, port,sci, hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic & Grupo Cheio
29	Ox	1	{2}	{O1, ..., Omax-1}	max-1	{hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax-1}	max-1	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic
30	Ox	1	{2}	{O1, ..., Omax}	max	{hist}	math	OPEN	{O1, ..., Omax}	max	FALSE	Invalid groupId && group.topic € q.topic && Grupo Cheio

Method Validate

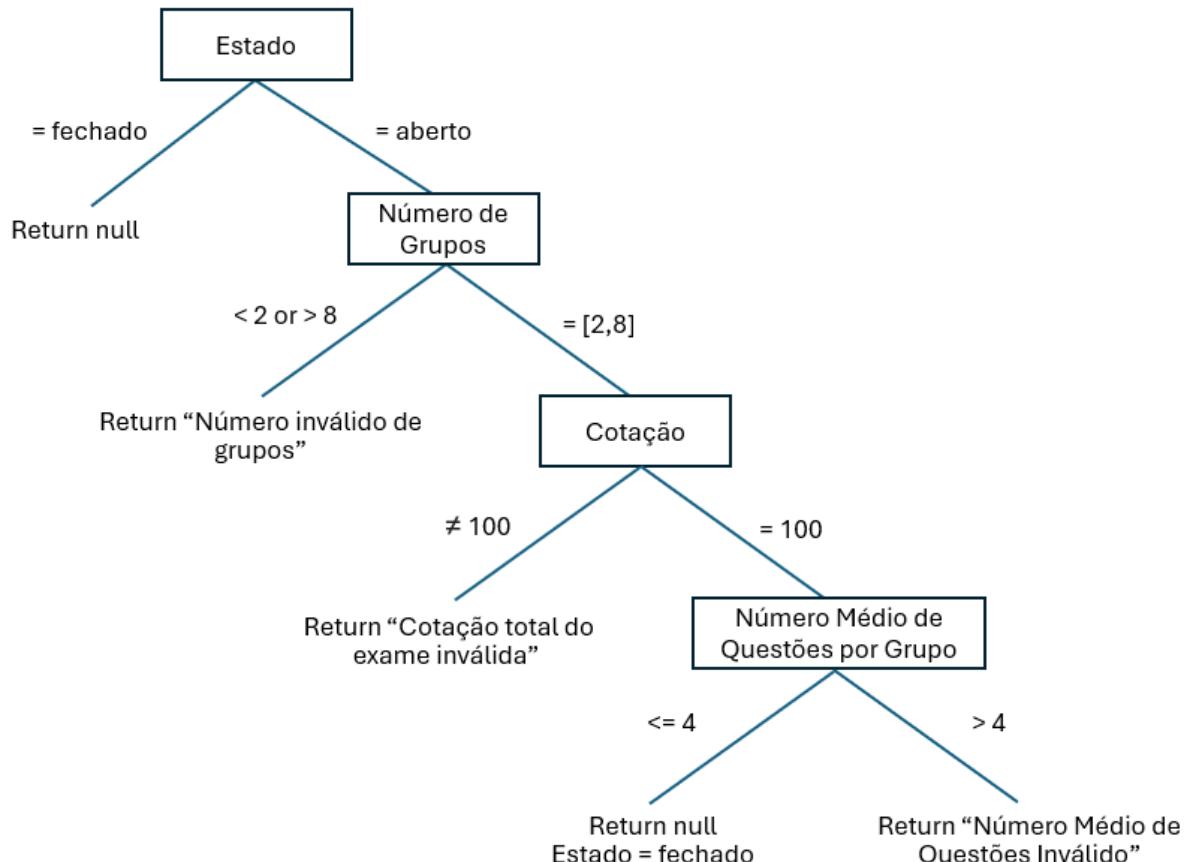
Employed Test Methodology: Combinational Functional Test

Test Procedure:

1. Method Specification - Input and output parameters identification

- a) Se o **estado do modelo** já estiver fechado, o método retorna a referência nula (**null**);
- b) Se o **número de grupos** do modelo for menor do que 2 ou maior do que 8, o método retorna "**Número inválido de grupos**";
- c) Caso o número de grupos esteja entre 2 e 8:
 - i. Se a **cotação** do modelo for diferente de 100, retorna "**Cotação total do exame inválida**";
 - ii. Se a cotação do modelo for 100 e se o **número médio de questões por grupo** for menor ou igual a 4, então o modelo do exame é válido e nesse caso o método retorna a **referência nula** e passa o **estado deste modelo de exame para fechado**. Caso o número médio de questões por grupo seja maior do que 4, então retorna "**Número médio de questões inválido**".

2. Decision Tree (Map Conditions, Actions and Variants).



Variantes						
V0	Estado = fechado, return null					
V1	Estado = aberto \wedge Número_de_Grupos < 2 OR Número_de_Grupos > 8, return "Número Inválido de Grupos"					
V2	Estado = aberto \wedge Número_de_Grupos = [2,8] \wedge Cotação != 100, return "Cotação Total do Exame Inválida"					
V3	Estado = aberto \wedge Número_de_Grupos = [2,8] \wedge Cotação = 100 \wedge N_Médio_Questões <= 4, return null $\&\&$ Estado = fechado					
V4	Estado = aberto \wedge Número_de_Grupos = [2,8] \wedge Cotação = 100 \wedge N_Médio_Questões > 4, return "Número Médio de Questões Inválido"					

3. Develop one test case for each variant.

“NMQI” = “Número Médio de Questões Inválido”

“CTEI” = “Cotação Total do Exame Inválida”

“NIdG” = “Número Inválido de Grupos”

Variante 0 (V0)						
Caso de teste			1	--		
Estado	"=fechado"	ON	fechado			
		OFF			aberto	
	Typ	In				
Número de Grupos	Typ	In		2	3	
Cotação	Typ	In	100	100		
N Médio Questões	Typ	In		3	4	
Expected Results			null	V1		

Variante 1 (V1)								
Caso de teste			--	--	--	2	--	3
Estado	"=fechado"	ON	fechado					
		OFF		aberto				
	Typ	In			aberto	aberto	aberto	aberto
Número de Grupos	< 2	ON			2			
		OFF				1		
	> 8	ON					8	
		OFF						9
Typ			In	4	5			
Cotação	Typ	In	100	100	100	100	100	100
N Médio Questões	Typ	In	1	2	3	4	4	4
Expected Results			V0	V3	V3	"NIdG"	V3	"NIdG"

Variante 2 (V2)											
Caso de teste			--	--	--	--	--	--	--	4	5
Estado	"=fechado"	ON	fechado								
		OFF		aberto							
	Typ	In			aberto						
Número de Grupos	< 2	ON			2						
		OFF				1					
	> 8	ON					8				
		OFF						9			
	Typ	In	4	5					6	7	7
Cotação	=100	ON							100		
		OFF								99	
		OFF									101
	Typ	In	100	100	100	100	100	100			
N Médio Questões	Typ	In	1	2	3	4	4	4	4	4	4
Expected Results			V0	V3	V3	V1	V3	V1	V3	"CTEI"	"CTEI"

Variante V3													
Caso de teste			--	10	9	--	8	--	7	--	--	6	--
Estado	"=fechado"	ON	fechado										
		OFF		aberto									
	Typ	In			aberto	aberto	aberto	aberto	aberto	aberto	aberto	aberto	aberto
Número de Grupos	< 2	ON			2								
		OFF				1							
	> 8	ON					8						
		OFF						9					
	Typ	In	4	5						3	7	7	7
Cotação	=100	ON								100			
		OFF									99		
		OFF										101	
	Typ	In	100	100	100	100	100	100				100	100
N Médio Questões	<=4	ON										4	
		OFF											5
	Typ	In	1	2	3	3	2	3	1	3	3		
Expected Results			V0	null, Estado fechado	null, Estado fechado	V1	null, Estado fechado	V1	null, Estado fechado	V2	V2	null, Estado fechado	V4

Variante V4

Caso de teste		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	11
Estado	"=fechado"	ON	fechado									
		OFF		aberto								
	Typ	In			aberto							
Número de Grupos	< 2	ON		2								
		OFF			1							
	> 8	ON				8						
		OFF					9					
	Typ	In	4	5				3	7	7	7	7
Cotação	=100	ON						100				
		OFF							99			
		OFF								101		
	Typ	In	100	100	100	100	100				100	100
N Médio Questões	<=4	ON									4	
		OFF										5
	Typ	In	1	2	3	3	2	3	1	3	3	
Expected Results		V0	V3	V3	V1	V3	V1	V3	V2	V2	V3	"NMQI"

Desta forma, obtiveram-se 11 casos de teste a partir da estratégia implementada. Os casos de teste correspondem às colunas das tabelas das variantes, e estão enumerados de acordo com a ordem das variantes apresentadas.