

Antes de iniciar a prova, tenha em atenção o seguinte:

- i. O enunciado da prova inclui 12 páginas.
- ii. O teste contempla as perguntas 5, 6, 7, 8 e 9 e tem a duração de 1h30m.
- iii. O exame contempla todas as perguntas e tem a duração de 2h30m.
- iv. Existem 4 variantes distintas da prova: A, B, C e D.
- v. A prova é sem consulta. Sobre a secretária apenas deve encontrar-se a sua identificação (cartão de estudante).
- vi. Identifique todas as folhas do enunciado com:
 - a) Nome;
 - b) Número de aluno;
 - c) Prova que pretende realizar: teste ou exame.
- vii. Recorde que logo após terminar a prova:
 - a) Todas as páginas serão desagafadas e separadas;
 - b) As páginas 1 a 6 serão destruídas, caso tenha manifestado a intenção de fazer o teste;
 - c) Folhas não identificadas não serão cotadas!!!
- viii. Resolva a prova no próprio enunciado. Para cada questão é fornecido um espaço próprio, dentro do qual deverá responder. A sua dimensão está ajustada ao tamanho expectável da resposta.
- ix. Excepcionalmente, e caso realmente necessite, pode usar o espaço extra disponível das páginas em branco, colocadas ao longo da prova. Nesse caso, deve indicar junto ao enunciado da pergunta que a resposta à mesma se encontra na página que utilizou. Tenha presente o aviso descrito no ponto vii.b).
- x. Justifique adequadamente todas as respostas.
- xi. Responda à prova com calma. Se não sabe responder a uma pergunta, passe à seguinte e volte a ela no fim.

MUITO IMPORTANTE: indique, no rodapé de cada página, a prova que pretende realizar:

- **2º TESTE (Questões 5, 6, 7, 8 e 9) 1h30m**
- **EXAME (Questões 1 a 9) 2h30m**

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

EXAME

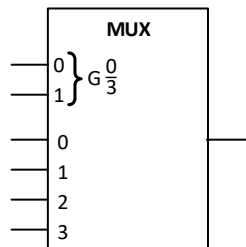
1. Cada um dos sensores de movimento que equipa um determinado sistema de alarme indica a presença de movimento numa determinada divisão da casa colocando a sua saída *Trigger* no estado **LOW**.
- a) Descreva um circuito que permita associar num único sinal (A), todos os sinais de Trigger provenientes de 4 divisões de uma casa. O sinal A (T1,T2,T3,T4) é ativo a HIGH na presença de pelo menos um intruso na casa..... [0,5 val.]



- b) De modo a compatibilizar o alarme com a presença de animais de estimação e com a luminosidade exterior proveniente das janelas, o alarme implementa a seguinte função Booleana $f = \overline{(A \oplus B)} \cdot C \odot \overline{A + C}$
 Apresente a tabela de verdade correspondente a cada uma das funções Booleanas indicadas. [1,0 val.]

A	B	C	$A \oplus B$	$\overline{(A \oplus B)} \cdot C$	$\overline{A + C}$	$f = \overline{(A \oplus B)} \cdot C \odot \overline{A + C}$

- c) Utilizando apenas o multiplexer apresentado em baixo (e eventualmente algumas portas lógicas do tipo NOR de 2 entradas), projete um circuito que implemente a função lógica $f(A, B, C)$ [1,0 val.]



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

EXAME

2. O programador de uma máquina de lavar a roupa está implementado com uma máquina de estados que contempla 26 estados, codificados utilizando o código binário natural de 5-bits (A,B,C,D,E), entre 3 e 28 (a máquina dispõe de um circuito de *watchdog* que força a sua inicialização sempre que a máquina saia desta gama permitida).



O motor que roda o tambor da máquina deve ser acionado pelo sinal ENGINE (ativo a High) sempre que os seguintes estados estiverem ativos: 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 28.

O motor deve permanecer desligado nos restantes estados definidos pelo programador. Considere também que o valor do sinal ENGINE é irrelevante caso a máquina de estados transite para fora da gama de estados definida. A variável A é a de maior peso e a variável E é a de menor peso.

- a) Apresente, no espaço reservado em baixo, o mapa de Karnaugh correspondente a esta função..... [0,5 val.]
- b) Identifique a expressão algébrica correspondente à forma mínima disjuntiva. Represente no mapa de Karnaugh os agrupamentos correspondentes aos implicantes usados na expressão. [1,0 val.]
- c) Na solução por si identificada, qual o valor da função quando a entrada (A,B,C,D,E) toma o valor 1? Justifique. [0,5 val.]

AB \ CDE								

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

EXAME

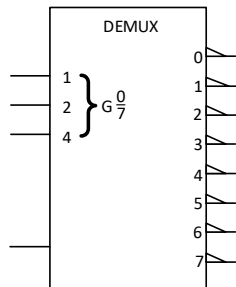
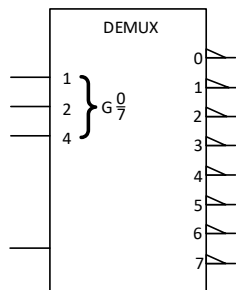
3. Pretende-se projetar um circuito combinatório que implemente a função $f(x)$ definida como o resto da divisão inteira de x por 3 (três), com domínio $x \in [0, 15]$.

Exemplos: $f(8) = 2; f(6) = 0; f(1) = 1; f(0) = 0$.

Para o efeito, o circuito recebe o operando de entrada x representado em binário com 4 bits ($X_3X_2X_1X_0$) e produz o resultado com 2-bits (R_1R_0) correspondentes ao resto da divisão.

- a) Preencha a tabela de verdade das funções R_1 e R_0[0,5 val.]
- b) Implemente um circuito combinatório que implemente as funções R_1 e R_0 . Utilize, obrigatoriamente, os dois demultiplexers apresentados e portas NAND de 3 entradas.[1,5 val.]

x	X_3	X_2	X_1	X_0	R_1	R_0
0	0	0	0	0		
1	0	0	0	1		
2	0	0	1	0		
3	0	0	1	1		
4	0	1	0	0		
5	0	1	0	1		
6	0	1	1	0		
7	0	1	1	1		
8	1	0	0	0		
9	1	0	0	1		
10	1	0	1	0		
11	1	0	1	1		
12	1	1	0	0		
13	1	1	0	1		
14	1	1	1	0		
15	1	1	1	1		



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

4. Um determinado produtor de vinho decidiu diversificar a oferta de produtos vendidos numa cadeia de supermercados e passou a adotar 3 formatos de embalagem:



Tetra Pak (TP)

Cap. = ¼ litro



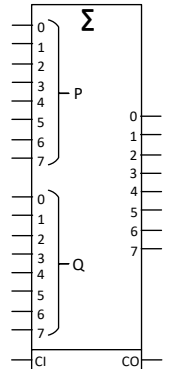
Garrafa (G)

Cap. = ¾ litro



Bag-in-Box (BB)

Cap. = 4 litros



- a) Projete um único circuito que disponibilize a máxima precisão possível para:

- Determinar o volume (V) de vinho embalado (em litros), assumindo que a quantidade de embalagens de vinho produzidas são representadas por 8-bits: TP(7:0), G(7:0) e BB(7:0).
- Realizar o cálculo do valor do imposto (I) a pagar pelo produtor (no valor de 0,125€/litro).

Utilize somadores de 8-bits e assuma uma precisão de 8-bits em todos os cálculos intermédios [2,0 val.]

- b) O embalamento é feito através da transferência do vinho dos barris de carvalho onde ele é conservado na adega, cada um com uma capacidade de 250 litros. Contudo, uma vez que o barril acumula um resíduo vínico no seu interior, o operário não deve permitir que o volume dentro do barril seja inferior a 27 litros.



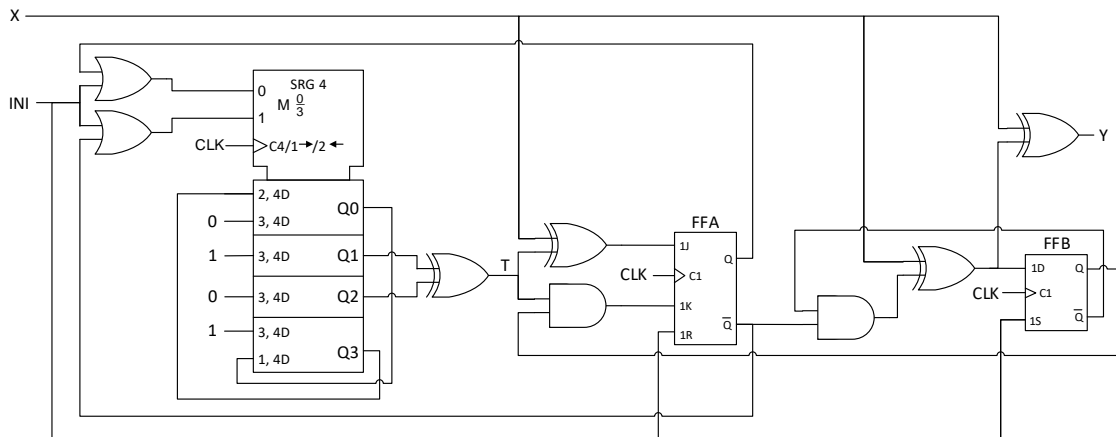
Tendo em consideração a saída V(7:0) do circuito anterior, referente ao volume de vinho já embalado, implemente um circuito que ative uma luz verde (OK) enquanto o operário puder retirar vinho do barril sem correr o risco de retirar resíduo vínico do seu interior.

Utilize os mesmos somadores de 4 bits utilizados na alínea a) e o mínimo de lógica adicional..... [1,5 val.]

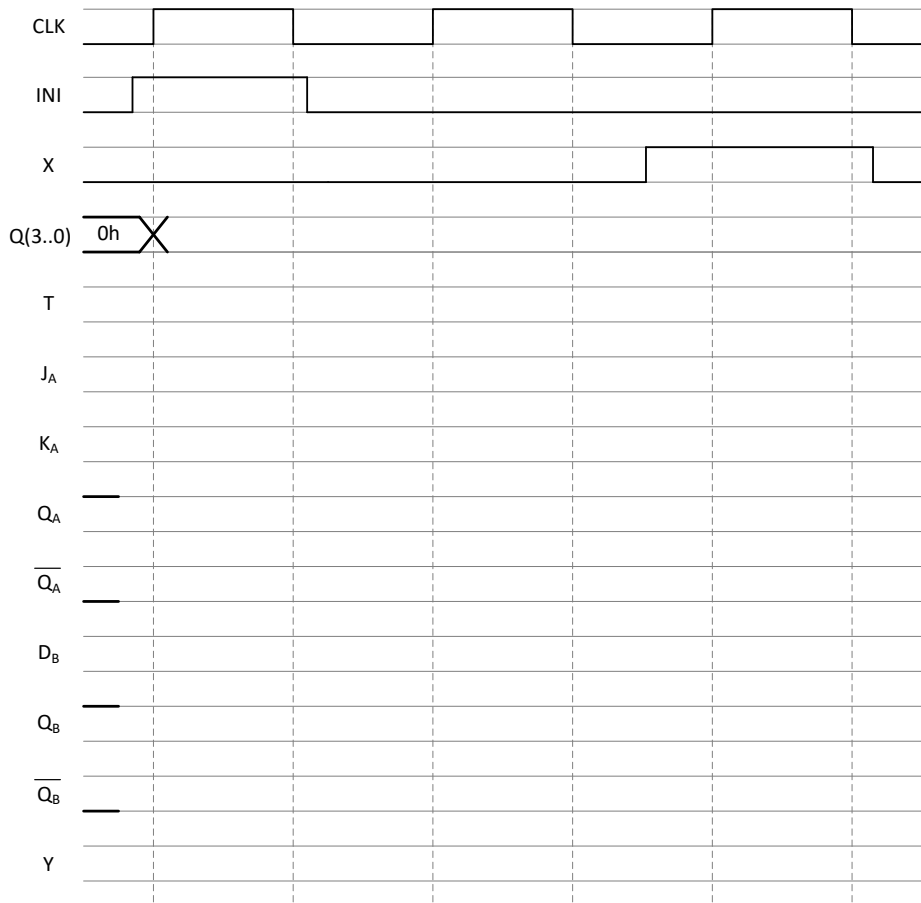
Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

TESTE / EXAME

5. Considere o circuito sequencial da figura seguinte.



a) Esboce as formas de onda indicadas para o circuito da figura. Nesta alínea, não considere os tempos de propagação indicados na tabela, assumindo o valor zero para todos eles..... [1,0 val.]



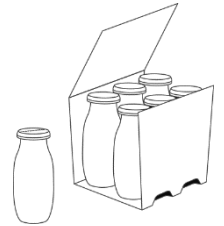
b) Indique, justificadamente, o valor do período mínimo do sinal de relógio para a qual o circuito funciona corretamente. Desenhe no logograma o caminho crítico que determina o período crítico..... [1,0 val.]

	t_p	t_{su}	t_H
SRG	10ns	5ns	4ns
FF_JK	15ns	5ns	3ns
FF_D	12ns	5ns	4ns
OR2	5ns		
AND2	5ns		
XOR2	7,5ns		

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

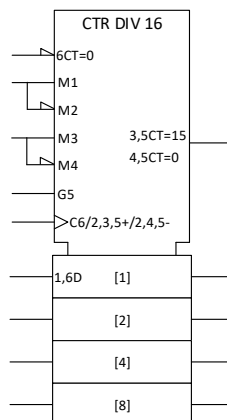
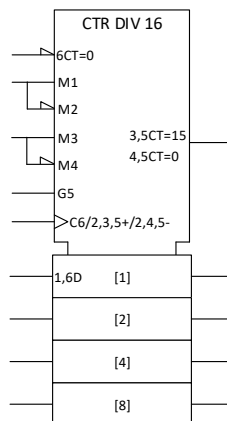
TESTE / EXAME

6. Uma unidade de produção de iogurtes integra um dispositivo de contagem e separação. As embalagens devem ser agrupadas em packs de 6 unidades, e os packs devem ser colocados em caixas de cartão com 9 packs cada. Assim, o dispositivo a implementar deve produzir três sinais:



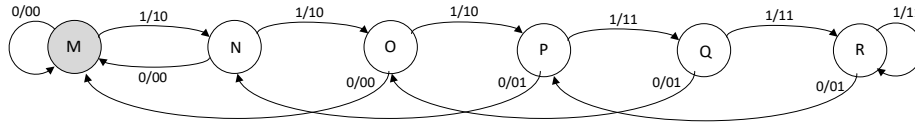
- Sinal P (1-bit) que indica que o pack de 6 iogurtes está completo (assinalando a máquina seguinte que o pack deve ser retirado da linha de produção);
- Sinal G (1-bit) que indica que a caixa de cartão está cheia (com 9 packs);
- Sinal F (4-bits) que indica ao operário (humano) quantos packs faltam para encher a caixa de cartão, contados de forma decrescente entre 8 e 0.

Implemente o dispositivo pretendido utilizando os dois contadores apresentados em baixo e o mínimo de logica adicional. Não se esqueça de incluir um sinal de entrada (INIT) para inicialização da contagem e assuma que o sinal de Clock (de ambas as máquinas) determina o ritmo de enchimento de cada garrafa de iogurte. [2,0 val.]



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

7. Considere o seguinte diagrama de estados de um circuito sequencial síncrono, caracterizado por um estado inicial 'M', uma entrada (V) e duas saídas (X,Y):



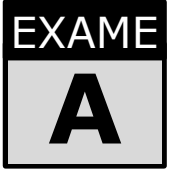
Codificação Estados (Q₂ Q₁ Q₀)

M	000
N	001
O	010
P	011
Q	100
R	101

- a) Complete o diagrama de estados de modo a garantir a inexistência de situações de *lock-out*. Assuma que o sistema converge o mais rapidamente possível para o estado inicial e que as saídas (X,Y) tomam o valor lógico (0,0). [0,5 val.]
- b) Apresente a tabela de transição de estados do diagrama alterado. Considere a codificação de estados indicada na tabela. [0,5 val.]
- c) Sintetize as funções lógicas mínimas correspondentes às entradas dos flip-flops. Considere a utilização de flip-flops do tipo D. [1,0 val.]

Q ₂	Q ₁	Q ₀	V						

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

TESTE / EXAME

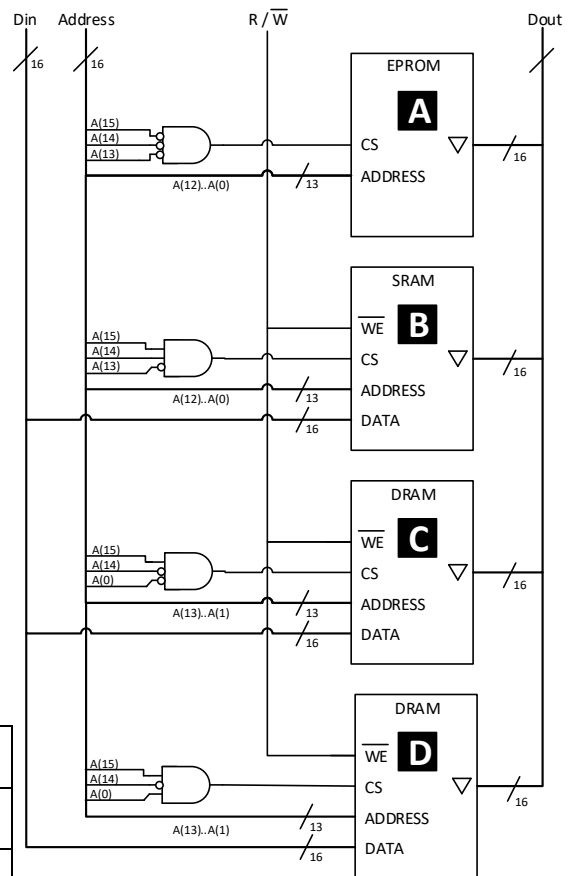
8. Considere o circuito da figura e admita que inicialmente o conteúdo das memórias é o seguinte:

- A posição correspondente ao endereço i (16-bits) mapeado no espaço de EPROM guarda o valor simétrico de i , ou seja, $-i$ (em complemento para 2 com 16-bits);
- A posição correspondente ao endereço i (16-bits) mapeado no espaço de SRAM foi inicializada com o resultado da divisão inteira: $i \div 16$ (16-bits);
- A posição correspondente ao endereço i (16-bits) mapeado no espaço de DRAM foi inicializada com o valor correspondente aos 16-bits menos significativos da multiplicação $i \times 16$.

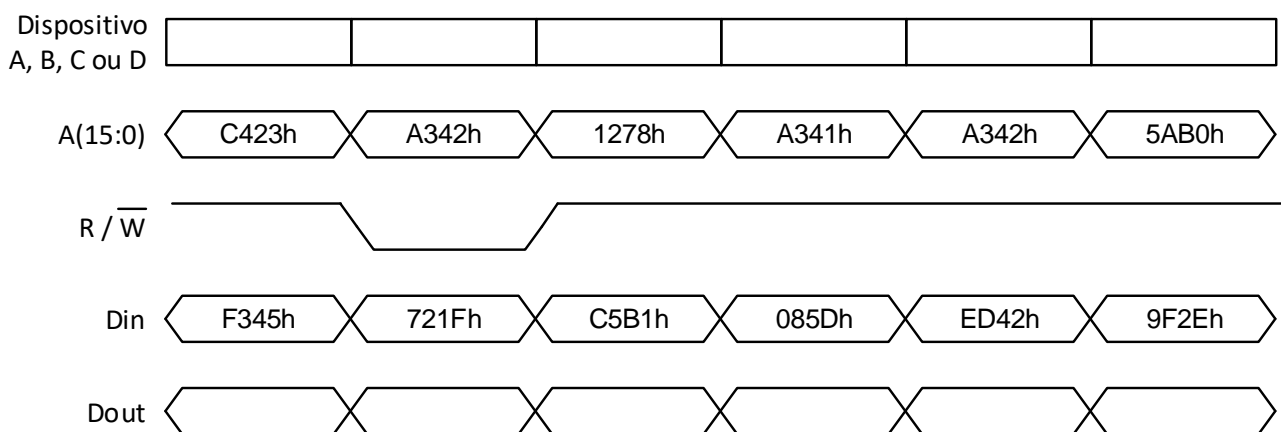
a) Indique a capacidade (número de endereços) do espaço de endereçamento mapeado em tecnologia EPROM, SRAM e DRAM, bem como o respetivo endereço inicial e final, de acordo com o circuito apresentado na figura. [1,0 val.]

NOTA: represente os endereços em hexadecimal.

	EPROM	SRAM	DRAM
Capacidade			
End. Inicial			
End. Final			



b) Complete o seguinte diagrama temporal, indicando o valor à saída do barramento Dout..... [1,0 val.]



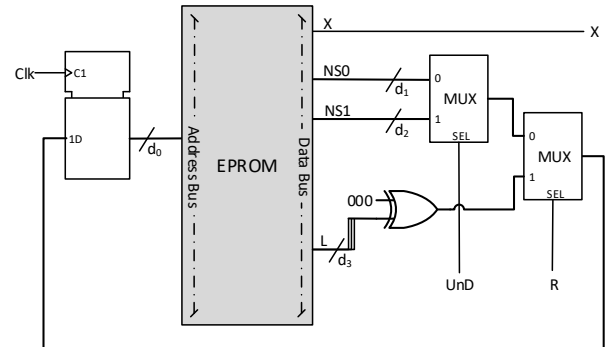
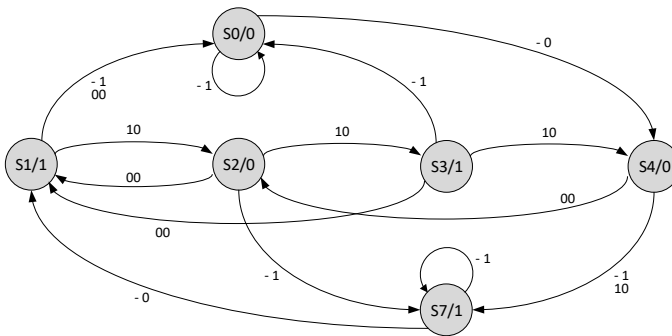
Notas:

- Assinale com o símbolo 'Z' sempre que o barramento se encontrar em alta impedância.
- Assuma que a escrita é transparente, i.e., sempre que escrever um valor V num endereço A, a saída Dout toma imediatamente o valor V.

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

TESTE / EXAME

9. Considere o seguinte diagrama de estados de um circuito sequencial síncrono, caracterizado por 2 entradas (UnD,R) e 1 saída (X):



Pretende-se implementar este circuito através de uma máquina de estados micro-programada constituída por uma EPROM e um registo. A codificação dos estados em código binário natural corresponde ao número do respetivo estado (ex: S0 -> "000"; S7 -> "111").

- Identifique (ex: letra, nome ou acrónimo) e indique a largura (nº bits) dos sinais representados no diagrama: d_0 , d_1 , d_2 e d_3 [0,5 val.]
- Determine o conteúdo da fração da EPROM que permite implementar todas as transições do diagrama de estados que saem dos estados S0, S1 e S2 (indique o endereço e o valor das correspondentes posições da memória, admitindo que a saída X corresponde ao bit menos significativo). [1,0 val.]
- Indique qual a dimensão da EPROM (endereços e largura de cada palavra) por forma a garantir o funcionamento do circuito, tendo em conta este diagrama de estados. [0,5 val.]

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---