

UFRGS – Instituto de Informática – Computação e Música – 2013/2
Lista de Exercícios e possíveis questões para verificação escrita

IMPORTANTE!

- Não exclua o que outros já escreveram, se for o caso bote um comentário no trecho que deseja discutir.
- Caso tenha uma outra resposta às perguntas da lista de exercícios, mantenha a resposta antiga e insira a sua, como **Resposta 2, Resposta 3**, etc...
- Uma dica é usar o recurso de comentários, onde devemos selecionar o texto que queremos comentar e acionar o menu "Inserir | Comentar".
- Manter o enunciado das questões em negrito e deixar as respostas com letra normal.
- Se possível, indicar o em qual aula (e slide) se encontra a resposta.

1) Cite 3 marcos, eventos, técnicas ou trabalhos na história do desenvolvimento da música eletrônica, explicando sua importância.

1. Telefone: inventado por Graham Bell em 1876. Primeiro equipamento que convertia som em sinais elétricos. (Fonte: Aula 1 - slide 5)
2. Gramofone: inventado pelo alemão Emil Berliner em 1888. Primeiro equipamento utilizado para gerar som a partir da "leitura" de um disco plano, diferente do fonógrafo de Thomas Edison que reproduzia som a partir de um cilindro. (Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Gramofone>)
3. Válvula e oscilador a válvula: a válvula foi inventada por Lee De Forest em 1906 e permitia a amplificação de sinais elétricos. O oscilador a válvula foi inventado logo depois em 1915, também por Lee De Forest. Este equipamento representou a base para o som eletrônico, com geração de frequências e sinais elétricos. (Fonte: Aula 1 - slide 7 e 8)
4. Primeiros sintetizadores: Mark II RCA Sound Synthesizer desenvolvido em 1950 por Herbert Belar e Harry Olsen. Primeiro sintetizador eletrônico programável. Instrumentos como o Theremin já produziam sons eletrônicos, devido aos seus osciladores de frequência, porém o controle era manual.

2) Qual a diferença conceitual entre síntese aditiva e síntese subtrativa?

Síntese aditiva: sobreposição de diversas frequências puras (de apenas uma frequência) de modo a criar uma textura sonora. Também pode ser vista com uma adição progressiva de frequências puras. (Fonte:

<http://synthtopia.wordpress.com/2011/04/30/sintese-aditiva-explicacao-e-implementacao/>)

Síntese subtrativa: É o processo inverso à síntese aditiva. Um sintetizador pode, a partir de um sinal complexo, extrair componentes puras e ir moldando o novo sinal. (Fonte:

<http://synthtopia.wordpress.com/2011/10/02/sintese-subtrativa-%E2%80%93-explicacao-e-impl>

[ementacao/](#))

3) Dentre os instrumentos listados a seguir, cite qual emprega síntese aditiva e qual emprega síntese subtrativa: “electronic combo organs”, “sintetizadores modulares”, “órgãos de tubo”, “aparelho vocal humano”, “órgão Hammond”, “Hammond Novachord”, “Moog MiniMoog”.

Síntese aditiva: Electronic combo organs (http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_organ), Hammond Novachord (http://en.wikipedia.org/wiki/Additive_synthesis), órgãos de tubo (<https://sites.google.com/site/musicaelectronicaformacaolive/sintese-aditiva>).

Síntese subtrativa: Moog MiniMoog (http://www.planetoftunes.com/synth/synth_types.htm), aparelho vocal humano, sintetizadores modulares (visto em aula), e Hammond Novachord (http://en.wikipedia.org/wiki/Subtractive_synthesis)

4) Dentre as afirmativas abaixo, identifique aquela que é correta:

[F] As notas musicais são representadas por frequências específicas com valores absolutos; As notas são representadas pelas relações entre elas. Algumas notas conseguimos reconhecer sempre (Dó, Mi, Sol), outras são achadas a partir de RELAÇÕES com essas notas. Isto torna a (3) verdadeira.

[F] O conceito de nota musical é dependente de cultura e época histórica, apesar de ser muito relacionado com uma coerência matemática identificada pelo cérebro; Falso - o que muda de uma cultura para a outra é a distribuição das escalas, mas as notas não tendem a mudar.

[V] As notas são definidas em função de relações entre frequências, e independem completamente de seus valores absolutos;

[F] Temperamento é o nome que se dá a especificação da frequência exata de uma nota inicial, à partir da qual as outras são geradas, como por exemplo, definir que Lá = 440Hz. Falso - Acredito que o termo buscado é TÔNICO, pois uma frequência tônica é a frequência primeira, a partir da qual as demais aparecem.

5) Qual a diferença entre um tom menor, um tom maior e um semitom na escala musical pitagórica ou ptolemaica? Quais as frações que os representam?

Frações:

- Tom Maior, M (9:8)
- Tom Menor, m (10:9)
- Semi-tom, s (16:15)

Diferenças: a diferença básica entre elas é a razão entre o tom de referência e o tom anterior. Essas relações estão descritas nas frações mostradas anteriormente. Por exemplo, para uma frequência arbitrária 1, na escala dó, o tom após a primeira é um Tom Maior, M, ou seja, possui frequência de $\frac{9}{8}$ ou 1,125 da frequência primeira. A frequência depois dessa é um tom menor,

e possui $10/9$ da frequência da nota anterior. Nesse caso teremos $1 * 9/8 * 10/9$, ou 1,25 de frequência arbitrária para esta nota.

6) Comente sobre a diferença entre as frações que representam tons e semitons e as frações que definem intervalos grandes (usados em acordes principalmente).

7) Quais são as frações empregadas na definição da escala pitagórica ou ptolemaica?

As frações empregadas são: Do (1/1), Ré (9/8), Mi (5/4), Fa (4/3), Sol (3/2), La (5/3), Si (15/8), Do (2/1)

8) Cite uma ou duas frações que não existem na definição das sete notas básicas da escala musical ptolemaica, mas que pela lógica poderiam ser empregadas. Você sabe dizer porque elas não foram “selecionadas”?

9) O que são batimentos e quais as são algumas de suas influências ao tocarmos sons simultâneos?

Quando duas frequências muito próximas uma da outra são tocadas simultaneamente conseguimos escutar as variações de intensidade do sinal resultante, devido a ação construtiva e destrutiva entre as duas frequências. O resultado disso é um som pulsante, como se fosse um batimento. O efeito de batimento é percebido com menos intensidade a medida que as frequências sobrepostas ficam com valores cada vez mais distantes uma da outra.

(Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Batimentos>)

10) Descreva o que são cada uma das siglas abaixo e para que servem:

VCO: Voltage-controlled oscillator - Oscilador controlado por tensão (Fonte:

http://en.wikipedia.org/wiki/Voltage-controlled_oscillator)

VCF: Voltage-controlled filter - Filtro controlado por tensão (Fonte:

http://en.wikipedia.org/wiki/Voltage-controlled_filter)

VCA: Voltage-controlled amplifier (Fonte:

http://electronicmusic.wikia.com/wiki/Voltage_controlled_amplifier)

ADSR: Attack, Decay, Sustain, Release (Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/ADSR>)

LFO: Low-frequency oscillators (Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Low-frequency_oscillation)

11) Para os componentes da questão anterior, diga quantas entradas possuem e de que tipo.

VCA: Possui duas entradas. Uma recebe o sinal de tensão que define o ganho do amplificador. O ganho geralmente chega até 1, ou seja, ele funciona mais como uma atenuador do que como um amplificador. A outra entrada recebe o sinal propriamente dito.

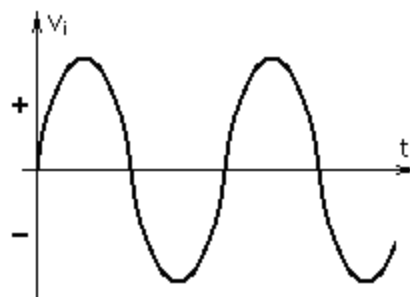
ADSR: Utilizado para criar uma espécie de envelope de amplitude no entorno de um sinal para que o som fique com um timbre de um instrumento musical específico. Entradas: ?

12) Para os mesmos componentes ainda, diga de onde podem vir seus sinais de entrada (controle) e para onde podem ir seus sinais de saída, tipicamente.

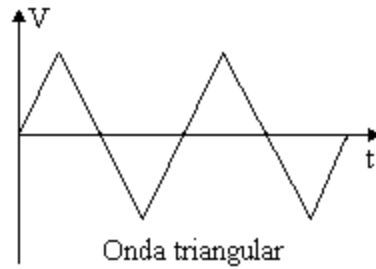
13) Um estudante construiu um pequeno aparelho que gera sinais de som através de um pequeno alto-falante, com um botão de controle que ajusta a frequência inicial x e um botão multiplicador que faz a saída ter a frequência de $1x$, $2x$, $3x$, $4x$, $5x$, $7x$, $8x$, $9x$, $10x$. Se ajustarmos a frequência x inicial para uma nota Dó, qual a sequência de notas que ouviremos passando por todos os ajustes do multiplicador?

1x: Do
2x: Do'
3x: Sol'
4x: Do''
5x: Mi''
6x: Sol''
7x: entre La'' ($6.66x$) e Si'' ($7.5x$)
8x: Do'''
9x: Ré'''
10x: Mi'''

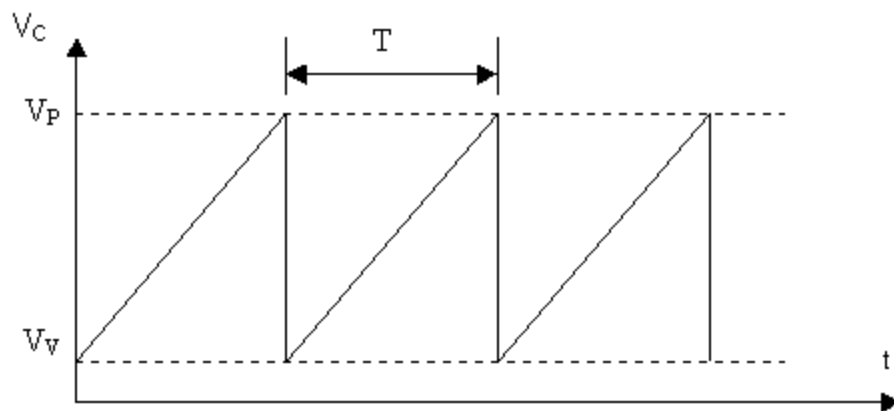
14) Desenhe um esboço dos seguintes tipos de onda: sinusoidal, triangular, quadrada, dente-de-serra.



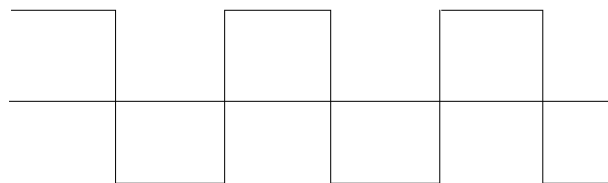
Onda Senoidal



Onda Triangular

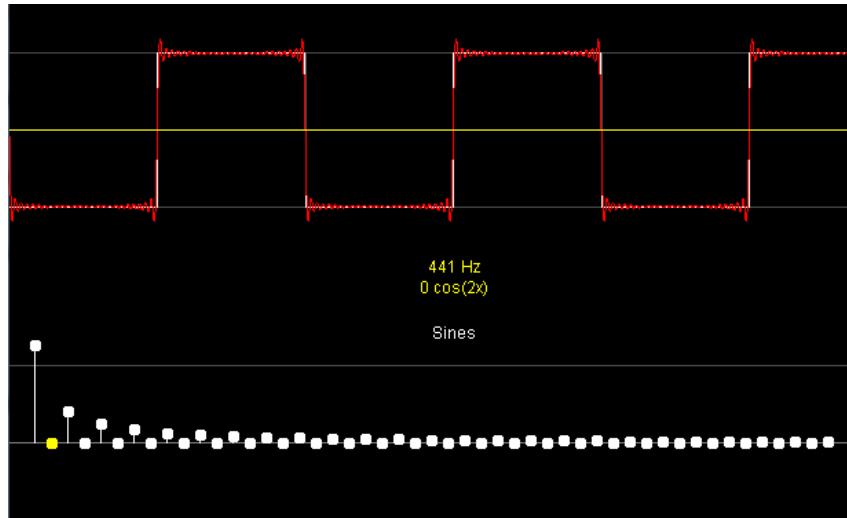


Onda Dente-de-serra

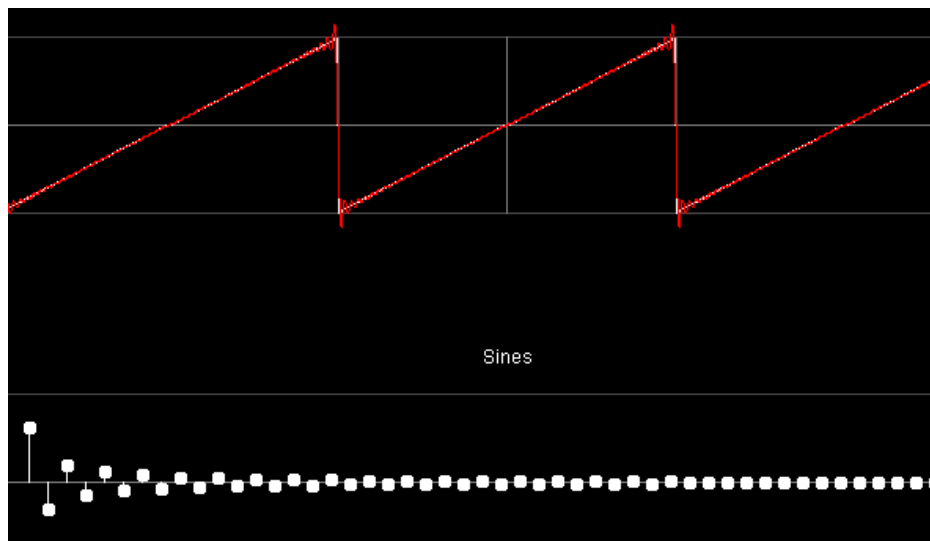


Onda quadrada

15) Para os mesmos tipos de onda da questão anterior, faça um desenho aproximado de seu conteúdo espectral, sendo o eixo x a frequência e o eixo y a intensidade.



Onda Quadrada



Onda Dente-de-serra

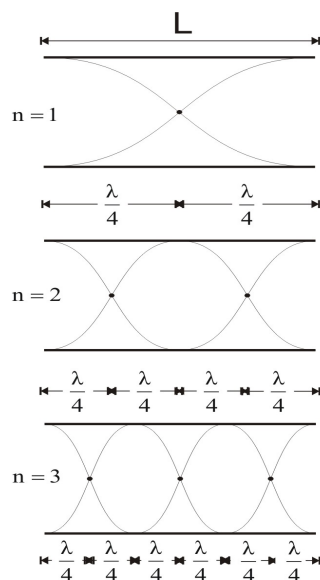
16) Um tubo de comprimento l fechado apenas em uma das extremidades gera ondas de quais comprimentos? E um tubo aberto em ambas as pontas?

Tubo fechado em somente uma das extremidades: (**Direita**)

Há um nó na extremidade fechada e um ventre na extremidade aberta, logo, geram-se ondas de comprimento igual a $4 \cdot l$ e suas múltiplas (harmônicas).

Tubo fechado em ambas extremidades: (**Esquerda**)

Há nós nas extremidades fechadas e um ventre no centro, logo, geram-se ondas de comprimento igual a $2 \cdot l$ e suas múltiplas (harmônicas).



$$2 \cdot \frac{\lambda}{4} = 1 \cdot \frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \lambda_1 = 2L$$

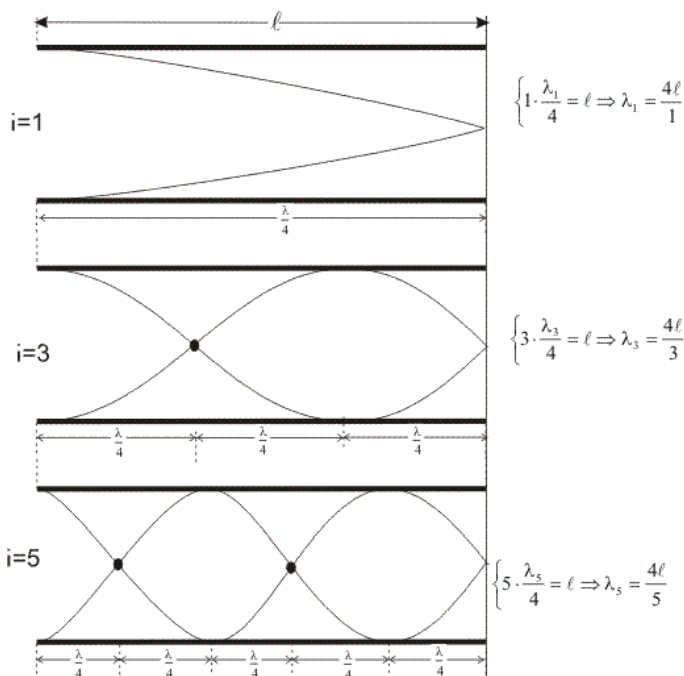
1° Harmônico
Som Fundamental

$$4 \cdot \frac{\lambda}{4} = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2L}{2}$$

2° Harmônico

$$6 \cdot \frac{\lambda}{4} = 3 \cdot \frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \lambda_3 = \frac{2L}{3}$$

3° Harmônico



17) Se você tem um tubo aberto, de aproximadamente 1.3m, considerando a velocidade do som de 343m/s, a qual nota musical ele corresponde numa afinação usual onde Lá = 440Hz?

18) O que representam os números escritos nos registros de um órgão de tubos? Dê exemplos.

19) Quais são os drawbars existentes em um órgão Hammond: quais os números que estão escritos neles e a quais harmônicas eles correspondem?

20) Das primeiras 8 harmônicas de uma nota, qual aquela não pode ser acionada por um órgão Hammond? Se você tomar por base uma nota Dó, a que nota corresponde essa harmônica que falta?

21) Quanto à introdução das notas chamadas acidentais (no teclado são as notas pretas), responda:

- porque elas são necessárias?
- qual problema foi encontrado quando se tentou defini-las?
- qual a solução adotada nas escalas musicais ocidentais mais usadas?
- que problema novo essa solução nos traz?
- se existem outras alternativas, quais são?

22) Considerando que você nunca estudou música antes, mas lhe pedem para afinar um

instrumento musical utilizando um computador, que software usaria e como faria para fazer a afinação correta?

23) Escreva duas linhas de código (pode ser em linguagem C) que implementam o que conhecemos por síntese FM, comentando a função de cada variável que utilizar.

24) No processo de síntese FM, o que representam os “algoritmos”? Faça um paralelo e comente as semelhanças e diferenças entre esses algoritmos e as conexões de um sintetizador modular.

25) No processo da síntese FM, não são explicitamente usados módulos de filtro (com exceção de um filtro final de anti-aliasing). Explique porque não são necessários, ou, em outras palavras, qual efeito tem a capacidade de gerar um resultado semelhante.

26) Dos vários tipos de filtro, apenas um é realmente essencial em sintetizadores subtrativos. Explique por quê.

27) No áudio digital, convertemos um sinal elétrico para uma série de números.

Responda então:

a) O que significa essa série de números (ou cada um deles)?

O sinal analógico é discretizado, ou seja, é representado digitalmente. No processo de discretização a dados intervalos de tempo, é realizada uma amostra do sinal analógico e de acordo com a amplitude amostrada se representa este valor com um número (sequencia de bits). Logo, ao discretizar o sinal por completo teremos uma sequencia de valores no tempo, cada um representando um nível de tensão correspondente ao sinal analógico original.

b) O que é taxa de amostragem?

A taxa de amostragem é a velocidade com que se amostra o sinal. Com mais amostras capturamos mais informações do sinal original e dessa forma a representação digitalizada fica mais fiel à original.

c) O que é resolução?

Resolução se refere ao range, ou intervalo, de valores que poderão ser utilizados para representar um valor amostrado. Quanto maior a resolução, maior será a quantidade de números (degraus) disponíveis para se representar um valor amostrado e com mais precisão o sinal original será discretizado.

d) O que significa o padrão 16bits/44.1KHz empregado no CD?

e) Por que foi definido 44.1Khz?

f) Por que equipamentos profissionais necessitam mais de 44.1KHz?

g) O que é o chamado ruído de quantização?

h) Porque ruído de quantização é um nome inadequado?

i) Qual processo emprega-se para minimizar o ruído de quantização?

j) Quais outros tipos de ruídos ou problemas podem afetar áudio digital durante sua transferência ou processamento?

28) Como áudio digital é tratado em tempo real em um computador, e quais compromissos ou problemas precisamos gerenciar?

29) Diga o que são e o que fazem os softwaresabaixo:

a) **PureData:** Ambiente de programação gráfica para áudio e vídeo. Ele é usado como ambiente de composição interativo e como estação de síntese e processamento de áudio em tempo real. É um projeto open-source.

(Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Pure_Data)

b) **JavaSound:** é uma API Java de baixo nível utilizada para controlar a entrada e saída de som de um computador. Tais sons podem ser tanto sinais de áudio amostrados quanto eventos MIDI (Musical Instrument Digital Interface).

(Fonte: <http://compmus.blogspot.com.br/2008/08/introuo-java-sound.html>)

c) **VST:** interface que integra sintetizadores e efeitos de áudio com editores e dispositivos de

gravação de som digitais. Ele utiliza processamento de para simular o hardware tradicional de estúdio de gravação com software. Existem milhares de plugins desenvolvidos sobre a plataforma VST, que é suportada pela maioria das aplicações de áudio.

(Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Virtual_Studio_Technology)

d) SuperCollider: SuperCollider é uma linguagem e ambiente de programação, lançado para síntese de áudio e composição algorítmica em tempo real. É um software livre.

(Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/SuperCollider>)

30) O que é um evento MIDI? É uma informação de audio e de som?

Um evento MIDI é uma informação de áudio utilizada para que um equipamento controle outro. Eventos MIDI são instruções de controles e entre elas podemos citar, aumentar o volume, modificar o tipo do som ou tocar uma determinada nota. O MIDI **não** transporta áudio.

(Fonte: <http://www.academiamusical.com.pt/mostrar.php?idd=81>)

Estudo

Escala musical: arranjo finito de frequências para contruir melodias agradáveis aos ouvidos.

Oitava: razão 2:1 entre as frequências de um tom e de sua oitava. Exemplos: frequências de 600 e 300 estão separadas por uma oitava, da mesma forma que 700 e 350 também estão. Ambos possuem a relação 2:1.

Escala de Ptolemeu: escala “justa” ou “verdadeira”, também chamada de **escala diatônica**. Estabelece a divisão da oitava em intervalos próprios. Se a primeira frequência da escala for 1 a última será 2, ou seja, a oitava da frequência 1.

Tônica: tônica é a frequência primeira, ou seja o tom de frequência arbitrária 1.

Intervalo: um intervalo é constituído por dois tons tocados simultaneamente. Na escala Ptolemaica aos intervalos entre tons sucessivos foram atribuídos nomes:

- Tom Maior, M (9:8)
- Tom Menor, m (10:9)
- Semi-tom, s (16:15)

Uma oitava é a soma de três tons maiores, dois tons menores e dois semitons:

$$(9/8) \times (10/9) \times (16/15) \times (9/8) \times (10/9) \times (9/8) \times (16/15) = (2/1)$$

Escala de Dó: escala de dó, **modo iônio** é um **arranjo** que possui sete intervalos com tons maiores, tons menores e semitons. Tem o formato MmsMmMs.

Tom inteiro: tom que se assemelha à frequência de um tom maior ou um tom menor.

Consonância harmônica e melódica: se refere a duas frequências que estão nas razões simples, como 3:2, que quando tocadas simultaneamente ou consecutivamente soam agradavelmente. Logo, consonância harmônica e consonância melódica são a justaposição temporal ou sobreposição desses tons cujas frequências dão origem a razões simples. Efeito observado pelo ouvido humano.

Dissonância: Combinações de frequências que não geram razões simples, harmônicas (simultâneas) ou melódicas (consecutivas), e portanto, não soam agradavelmente. Efeito observado pelo ouvido humano.

Afinação: também conhecido como **temperamento**, é um método de ajustamento das frequências de uma escala de modo a reduzir ou eliminar as dissonâncias entre notas sem necessitar mudar a escala.